UDC



中华人民共和国国家标准

P

GB/T 50046－2018

工业建筑防腐蚀设计标准

Standard for anticorrosion design of industrial constructions

2018－09－11 发布　　2019－03－01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局
联合发布

中华人民共和国国家标准

工业建筑防腐蚀设计标准

Standard for anticorrosion design of industrial constructions

GB/T 50046 - 2018

主编部门：中国工程建设标准化协会化工分会
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2 0 1 9 年 3 月 1 日

中国计划出版社

2018 北 京

中华人民共和国国家标准

工业建筑防腐蚀设计标准

GB/T 50046-2018

☆

中国计划出版社出版发行

网址：www. jhpress. com

地址：北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码：100038　电话：(010) 63906433（发行部）

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm　1/32　4.375印张　110千字

2019年2月第1版　2019年2月第1次印刷

☆

统一书号：155182·0410

定价：27.00元

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2018 年　第 205 号

住房城乡建设部关于发布国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》的公告

现批准《工业建筑防腐蚀设计标准》为国家标准，编号为 GB/T 50046—2018，自 2019 年 3 月 1 日起实施。原国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB 50046—2008)同时废止。

本标准在住房城乡建设部门户网站(www.mohurd.gov.cn)公开，并由住房城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2018 年 9 月 11 日

前　言

本标准是根据住房城乡建设部《关于印发〈2014年工程建设标准规范制订修订计划〉的通知》(建标〔2013〕169号)的要求，由中国工程建设标准化协会化工分会和中国寰球工程有限公司会同有关参编单位共同修订完成。

本标准在修订过程中，修编组进行了广泛的调查，开展了专题讨论和试验研究，总结了近年来我国工业建筑防腐蚀设计的实践经验，与国内相关的规范进行了协调，并借鉴了有关的国际标准，在广泛征求意见的基础上，最后经审查定稿。

本标准共分7章和4个附录，主要内容有：总则、术语、基本规定、结构和构件、建筑防护、构筑物、材料等。

本次修订的主要内容包括：

1. 对气态介质的腐蚀性等级进行了局部修订；增加以单位质量损失值和厚度损失值作为腐蚀条件时，气态介质对钢材的腐蚀性等级和海洋大气环境下的腐蚀性等级。

2. 增加了防护层使用年限的设计规定。

3. 增加了混凝土结构耐久性年限的技术内容和规定。

4. 将强制性条文改为非强制性条文。

5. 调整了桩基础在腐蚀环境下的使用条件。

6. 增加了乙烯基酯树脂砂浆整体面层和树脂混凝土整体储槽的技术规定。

7. 充实了腐蚀介质的化学性能和防腐蚀配套体系。

8. 增加了树脂砂浆和树脂混凝土线收缩率试验检验方法。

本标准由住房城乡建设部负责管理，由中国工程建设标准化协会化工分会负责日常管理，中国寰球工程有限公司负责具体技

术内容的解释。在执行过程中，请各单位结合工程实践，总结经验，积累资料，将有关意见和建议反馈至中国寰球工程有限公司（地址：北京市朝阳区来广营高科技产业园创达二路1号，邮政编码：100012），以便今后修订时参考。

本标准的主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：中国寰球工程有限公司
中国石油和化工勘察设计协会

参编单位：中国恩菲工程技术有限公司
赛鼎工程有限公司
华东理工大学华昌聚合物有限公司
上海富晨化工有限公司
临海市龙岭化工厂
中国石化工程建设有限公司
中冶集团建筑研究总院有限公司
中广电广播电影电视设计研究院
中国航空规划建设发展有限公司
黄石汇波材料科技股份有限公司
河南省中亿建设集团有限公司
建华建材投资有限公司
广东三和管桩股份有限公司
中国建筑材料科学研究总院
唐山建鑫建材有限公司
华东理工大学
中国五环工程有限公司
江苏金陵特种涂料有限公司
浙江星首防腐工程有限公司
江苏兰陵化工集团有限公司
张家港顺昌化工有限公司

河南省沁阳市太华防腐材料厂
河北广锐德工程有限公司
阿克苏诺贝尔防护涂料(苏州)有限公司
南通天和树脂有限公司
中国石油集团工程技术研究院
天华化工机械及自动化研究设计院有限公司
兆弟集团有限公司

参加单位: 北京格瑞恩防水建筑材料有限公司
江苏帝邦建设工程有限公司
沁阳市平原胶泥有限公司
江苏瑞诚非金属材料有限公司

主要起草人: 熊　威　王香国　王　逊　雷　浩　陆士平
钱计兴　方　芳　王东林　朱　悦　袁伟军
余　波　王林太　苟德胜　魏宜龄　刘光华
姚国明　顾素娟　岳云德　侯锐钢　陈　京
卞大荣　林松新　陈春源　顾　新　杨南方
毕士君　韩雄炜　冯思威　韩文礼　刘继向
周兆弟

主要审查人: 柳景虹　叶建华　张诗光　叶　菲　彭小洁
张维秀　李化健　武　威　刘　进　华卫东
曾　露

目　次

Contents

1 总　　则

1.0.1　为保证受腐蚀性介质作用的建筑物、构筑物在设计使用年限内正常使用，制定本标准。

1.0.2　本标准适用于受腐蚀性介质作用的建筑物和构筑物防腐蚀设计。

1.0.3　工业建筑防腐蚀设计应遵循预防为主和防护结合的原则，根据生产过程中产生介质的腐蚀性、环境条件、生产操作管理水平和施工维修条件等，因地制宜，区别对待，综合选择防腐蚀措施；对危及人身安全和维修困难的部位，以及重要的承重结构和构件应加强防护。

1.0.4　工业建筑防腐蚀设计，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　语

2.0.1 腐蚀性分级　corrosiveness classification

在腐蚀性介质长期作用下，根据其对建筑材料劣化的程度，即外观变化、重量变化、强度损失以及腐蚀速度等因素，综合评定腐蚀性等级，并划分为：强腐蚀、中腐蚀、弱腐蚀、微腐蚀四个等级。

2.0.2 防护层使用年限　service life of protective layer

在合理设计、正确施工和正常使用和维护的条件下，防腐蚀地面、涂层等防护层的使用年限。

2.0.3 树脂玻璃鳞片胶泥　resin-bonded glass flake mastic

以树脂为胶结料，加入固化剂、玻璃鳞片和各种助剂、填料等配制而成的、可采用刮抹施工的混合材料。

2.0.4 密实型水玻璃类材料　dence type water glass bonded materials

抗渗等级大于或等于 1.2MPa 的水玻璃耐酸胶泥、水玻璃耐酸砂浆、水玻璃耐酸混凝土等材料。

2.0.5 树脂混凝土　resin fine aggregate concrete

以树脂为胶结料，加入固化剂和耐酸集料等配制而成的细石混凝土。

2.0.6 混凝土抗硫酸盐等级 KS　resistance class to sulphate attsck of concrete KS

用抗硫酸盐侵蚀试验方法测得最大干湿循环次数来划分的混凝土抗硫酸盐侵蚀性能等级。

2.0.7 密实混凝土　dense concrete

抗渗等级大于 P8 的细石混凝土。

3 基本规定

3.1 腐蚀性分级

3.1.1 腐蚀性介质按其存在形态可分为气态介质、液态介质和固态介质，各种介质应按其性质、含量和环境条件划分类别，生产部位的腐蚀性介质类别，应根据生产条件确定。

3.1.2 介质对建筑材料长期作用下的腐蚀性可分为强腐蚀、中腐蚀、弱腐蚀、微腐蚀四个等级；同一形态的多种介质同时作用同一部位时，腐蚀性等级应取最高者；同一介质依据不同方法判定的腐蚀性等级不同时，应取最高者。

3.1.3 环境相对湿度应采用构配件所处部位的实际相对湿度；生产条件对环境相对湿度影响较小时，可采用工程所在地区的年平均相对湿度；经常处于潮湿状态或不可避免结露的部位，环境相对湿度应取大于75%。

3.1.4 常温下，气态介质对建筑材料的腐蚀性等级可根据介质浓度和环境湿度按表3.1.4确定。

表3.1.4 气态介质对建筑材料的腐蚀性等级

介质类别	介质名称	腐蚀介质浓度（mg/m^3）	环境相对湿度（%）	钢筋混凝土、预应力混凝土中的钢筋	水泥砂浆、素混凝土	钢材	烧结砖砌体	木	铝
Q1	氯	1.0～5.0	＞75	强	弱	强	弱	弱	强
			60～75	中	弱	中	弱	微	中
			＜60	弱	微	中	微	微	中
Q2		0.1～1.0	＞75	中	微	中	微	微	中
			60～75	弱	微	中	微	微	中
			＜60	微	微	弱	微	微	弱

续表 3.1.4

介质类别	介质名称	腐蚀介质浓度（mg/m³）	环境相对湿度（%）	钢筋混凝土、预应力混凝土中的钢筋	水泥砂浆、素混凝土	钢材	烧结砖砌体	木	铝
Q3	氯化氢	1.0～10.0	＞75	强	中	强	中	弱	强
			60～75	强	弱	强	弱	弱	强
			＜60	中	微	中	微	微	中
Q4		0.05～1.00	＞75	中	弱	强	弱	弱	强
			60～75	中	弱	中	微	微	中
			＜60	弱	微	弱	微	微	弱
Q5	氮氧化物	5.0～25.0	＞75	强	中	强	中	中	弱
			60～75	中	弱	中	弱	弱	弱
			＜60	弱	微	中	微	微	微
Q6		0.1～5.0	＞75	中	弱	中	弱	弱	弱
			60～75	弱	微	中	微	微	微
			＜60	微	微	弱	微	微	微
Q7	硫化氢	5.0～100.0	＞75	强	弱	强	弱	弱	弱
			60～75	中	微	中	微	微	弱
			＜60	弱	微	中	微	微	微
Q8		0.01～5.00	＞75	中	微	中	微	弱	弱
			60～75	弱	微	中	微	微	微
			＜60	微	微	弱	微	微	微
Q9	氟化氢	1.0～10.0	＞75	中	弱	强	微	弱	中
			60～75	弱	微	中	微	微	中
			＜60	微	微	中	微	微	弱
Q10	二氧化硫	10.0～200.0	＞75	强	弱	强	弱	弱	强
			60～75	中	弱	中	弱	微	中
			＜60	弱	微	中	微	微	弱
Q11		0.5～10.0	＞75	中	微	中	微	微	中
			60～75	弱	微	中	微	微	弱
			＜60	微	微	弱	微	微	弱

续表 3.1.4

介质类别	介质名称	腐蚀介质浓度（mg/m³）	环境相对湿度（%）	钢筋混凝土、预应力混凝土中的钢筋	水泥砂浆、素混凝土	钢材	烧结砖砌体	木	铝
Q12	硫酸酸雾	经常作用	>75	强	强	强	中	中	强
Q13		偶尔作用	>75	中	中	强	弱	弱	中
			≤75	弱	弱	中	弱	弱	弱
Q14	醋酸酸雾	经常作用	>75	强	中	强	中	弱	弱
Q15		偶尔作用	>75	中	弱	强	弱	微	微
			≤75	弱	弱	中	微	微	微
Q16	二氧化碳	>2000.0	>75	中	微	中	微	微	弱
			60～75	弱	微	弱	微	微	微
			<60	微	微	弱	微	微	微
Q17	氨	>20.0	>75	弱	微	中	微	弱	弱
			60～75	弱	微	中	微	微	微
			<60	微	微	弱	微	微	微
Q18	碱雾	偶尔作用	—	弱	弱	弱	中	中	中

注：素混凝土为未掺入外加剂的水泥混凝土。

3.1.5 常温下，液态介质对建筑材料的腐蚀性等级应按表 3.1.5 确定。

表 3.1.5 液态介质对建筑材料的腐蚀性等级

介质类别	介质名称		pH 值或浓度	钢筋混凝土、预应力混凝土	水泥砂浆、素混凝土	烧结砖砌体
Y1	无机酸	硫酸、盐酸、硝酸、铬酸、磷酸、各种酸洗液、电镀液、电解液、酸性水（pH 值）	<4.0	强	强	强
Y2			4.0～5.0	中	中	中
Y3			5.0～6.5	弱	弱	弱
Y4		氢氟酸（%）	≥2	强	强	强

续表 3.1.5

介质类别	介质名称		pH值或浓度	钢筋混凝土、预应力混凝土	水泥砂浆、素混凝土	烧结砖砌体
Y5	有机酸	醋酸、柠檬酸(%)	≥2	强	强	强
Y6		乳酸、C_5～C_{20}脂肪酸(%)	≥2	中	中	中
Y7	碱	氢氧化钠(%)	≥15	中	中	强
Y8			8～15	弱	弱	强
Y9		氨水(%)	≥10	弱	微	弱
Y10	盐	钠、钾、铵的碳酸盐和碳酸氢盐(%)	≥2	弱	弱	中
Y11		钠、钾、铵、镁、铜、镉、铁的硫酸盐(%)	≥1	强	强	强
Y12		钠、钾的亚硫酸盐、亚硝酸盐(%)	≥1	中	中	中
Y13		硝酸铵(%)	≥1	强	强	强
Y14		钠、钾的硝酸盐(%)	≥2	弱	弱	中
Y15		铵、铝、铁的氯化物(%)	≥1	强	强	强
Y16		钙、镁、钾、钠的氯化物(%)	≥2	强	弱	中
Y17		尿素(%)	≥10	中	中	中

注：1　表中的浓度系指质量百分比，以“%”表示；

2　当液态介质采用离子浓度分类时，其腐蚀性等级可按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定确定。

3.1.6　常温下，固态介质(含气溶胶)对建筑材料的腐蚀性等级应按表 3.1.6 确定；当固态介质有可能被溶解或易溶盐作用于室外构配件时，腐蚀性等级应按本标准第 3.1.5 条确定。

表 3.1.6 固态介质(含气溶胶)对建筑材料的腐蚀性等级

介质类别	溶解性	吸湿性	介质名称	环境相对湿度(%)	钢筋混凝土、预应力混凝土	水泥砂浆、素混凝土	钢材	烧结砖砌体	木
G1	难溶	—	硅酸铝,磷酸钙,钙、钡、铅的碳酸盐和硫酸盐,镁、铁、铬、铝、硅的氧化物和氢氧化物	＞75	弱	微	弱	微	弱
				60～75	微	微	弱	微	微
				＜60	微	微	弱	微	微
G2	易溶	难吸湿	钠、钾的氯化物	＞75	中	弱	强	弱	弱
				60～75	中	微	强	弱	弱
				＜60	弱	微	中	弱	微
G3			钠、钾、铵、锂的硫酸盐和亚硫酸盐,硝酸铵,氯化铵	＞75	中	中	强	中	中
				60～75	中	中	中	中	弱
				＜60	弱	弱	弱	弱	微
G4			钠、钡、铅的硝酸盐	＞75	弱	弱	中	弱	弱
				60～75	弱	弱	中	弱	弱
				＜60	微	微	弱	微	微
G5			钠、钾、铵的碳酸盐和碳酸氢盐	＞75	弱	弱	中	中	中
				60～75	弱	弱	弱	弱	中
				＜60	微	微	微	微	弱
G6	易溶	易吸湿	钙、镁、锌、铁、铝的氯化物	＞75	强	中	强	中	中
				60～75	中	弱	中	弱	弱
				＜60	中	微	中	微	微
G7			镉、镁、镍、锰、铜、铁的硫酸盐	＞75	中	中	强	中	中
				60～75	中	中	中	中	弱
				＜60	弱	弱	中	弱	微
G8			钠、钾的亚硝酸盐,尿素	＞75	弱	弱	中	中	弱
				60～75	弱	弱	中	弱	微
				＜60	微	微	弱	微	微

续表 3.1.6

介质类别	溶解性	吸湿性	介质名称	环境相对湿度(%)	钢筋混凝土、预应力混凝土	水泥砂浆、素混凝土	钢材	烧结砖砌体	木
G9	易溶	易吸湿	钠、钾的氢氧化物	>75	中	中	中	强	强
				60～75	弱	弱	中	中	中
				<60	弱	弱	弱	弱	弱

注:1 在1L水中,盐、碱类固态介质的溶解度小于2g时为难溶,大于或等于2g时为易溶;
2 在温度20℃时,盐、碱类固态介质的平衡时相对湿度小于60%时为易吸湿的,大于或等于60%时为难吸湿的。

3.1.7 降水年均pH值小于5.0的地区,酸雨对钢筋混凝土和钢材的腐蚀性等级宜按中腐蚀;降水年均pH值等于或大于5.0的地区,酸雨对配筋混凝土和钢材的腐蚀性等级宜按弱腐蚀。

3.1.8 常温下,气态介质对钢材的腐蚀以单位面积质量损失或厚度损失值作为腐蚀条件时,腐蚀性等级可按表3.1.8确定。

表 3.1.8 气态介质对钢材的腐蚀性等级

无保护的钢材在气态介质中暴露1年后的损失值		介质对钢材的腐蚀性等级
质量损失(g/m^2)	厚度损失(μm)	
>650～≤1500	>80～≤200	强腐蚀
>400～≤650	>50～≤80	中腐蚀
>200～≤400	>25～≤50	弱腐蚀
≤200	≤25	微腐蚀

3.1.9 海洋性大气环境对钢材的腐蚀性等级可按表3.1.9确定。

表 3.1.9 海洋性大气环境对钢材的腐蚀性等级

年平均相对湿度(%)	距涨潮海岸线(km)	腐蚀性等级
>75	0～5	强
	>5	中
60～75	0～3	强
	>3～5	中
	>5	弱

3.1.10 地下水、土对建筑材料的腐蚀性等级应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 确定。

3.1.11 建筑物和构筑物处于干湿交替环境中的部位应加强防护。

3.1.12 微腐蚀环境可按正常环境设计。

3.1.13 多种环境介质作用时,防护措施应满足每种介质环境单独作用下的防护能力。

3.2 总平面及建筑布置

3.2.1 总平面布置中,宜减少相邻装置或工厂之间的腐蚀影响。生产过程中大量散发腐蚀性气体或粉尘的生产装置,应布置在厂区全年最小频率风向的上风侧。

3.2.2 生产或储存腐蚀性溶液的大型设备,宜布置在室外,并不宜邻近厂房基础。储罐、储槽的周围宜设围堤,酸储罐的周围应设围堤。

3.2.3 在有利于减轻腐蚀、防止腐蚀性介质扩散和满足生产及检修要求的前提下,建筑的形式以及设备、门窗的布置应有利于厂房的自然通风。设备、管道与建筑构配件之间的距离应满足防腐蚀工程施工和维修的要求。

3.2.4 控制室和配电室不得直接布置在有腐蚀性液态介质作用的楼层下;其出入口不应直接通向产生腐蚀性介质的场所。

3.2.5 生产或储存腐蚀性介质的设备宜按介质的性质分类集中布置,且不宜布置在地下室。

3.2.6 建筑物或构筑物局部受腐蚀性介质作用时,应采取局部防护措施。

3.2.7 输送强腐蚀介质的地下管道应设置在管沟内;管沟与厂房或重要设备的基础的水平净距离,不宜小于 1m。

3.2.8 穿越楼面的管道和电缆宜集中设置。不耐腐蚀的管道或电缆,不应埋设在有腐蚀性液态介质作用的底层地面下。

3.3 防护层设计使用年限

3.3.1 防护层设计使用年限应根据腐蚀性等级、工作环境和维修养护条件综合确定。

3.3.2 防护层的设计使用年限可分为低使用年限、中使用年限、长使用年限和超长使用年限。

3.3.3 防护层的设计使用年限应符合下列规定：

1 低使用年限，使用年限应为2年～5年；

2 中使用年限，使用年限应为6年～10年；

3 长使用年限，使用年限应为11年～15年；

4 超长使用年限，使用年限应为15年以上。

4 结构和构件

4.1 一般规定

4.1.1 在腐蚀环境下，结构设计应符合下列规定：

1 结构材料应根据材料对不同介质的适应性合理选择；

2 结构类型、布置和构造的选择，应有利于提高结构自身的抗腐蚀能力，能有效避免腐蚀性介质在构件表面的积聚并能够及时排除，便于防护层的设置和维护；

3 结构构件的设计使用年限应按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的有关规定确定；

4 当某些次要构件与主体结构的设计使用年限不相同时，应设计成便于更换的构件。

4.1.2 在强腐蚀环境下，超静定结构构件的内力不应采用塑性内力重分布的分析方法。

4.2 混凝土结构

4.2.1 混凝土结构及构件的选择应符合下列规定：

1 框架宜采用现浇结构；

2 腐蚀性等级为强时，屋架、屋面梁和工作级别等于或大于 A4 的吊车梁，宜选用预应力混凝土结构；

3 腐蚀性等级为强、中时，柱截面宜采用实腹式，不应采用腹板开孔的工形截面。

4.2.2 预应力混凝土结构的设计应符合下列规定：

1 腐蚀性等级为强、中时，宜采用先张法预应力混凝土结构；采用无粘结预应力混凝土结构时，锚固系统应采用连续封闭的防腐蚀体系或孔道灌浆。防腐蚀材料的耐久性能应与体外束所属的

环境类别和设计使用年限的要求相一致。

2 预应力混凝土结构应采用整体结构，不应采用块体拼装式结构。

3 先张法预应力混凝土构件不应采用直径小于 6mm 的钢筋和钢丝作预应力筋。用于预应力混凝土构件的钢绞线，单丝直径不应小于 4mm。

4 后张法预应力混凝土结构应采用连续全封闭的防腐蚀体系，不应采用抽芯成形孔道和金属套管。

5 后张法预应力混凝土结构的锚固端宜采用埋入式构造。

4.2.3 在腐蚀环境下，设计使用年限为 50 年的结构混凝土耐久性基本要求应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 结构混凝土材料的基本要求

项目	腐蚀性等级		
	强	中	弱
最低混凝土强度等级	C40	C35	C30
最小胶凝材料用量（kg/m^3）	340	320	300
最大水胶比	0.40	0.45	0.50
胶凝材料中最大氯离子质量比（%）	0.08	0.10	0.10
最大碱含量（kg/m^3）	3.0	3.0	3.5

注：1 预应力混凝土构件最低强度等级应按表中提高一个等级，最大氯离子含量为胶凝材料用量的 0.06%；

2 设计使用年限大于 50 年时，混凝土耐久性基本要求应按国家现行有关标准执行或进行专门研究。

4.2.4 设计使用年限为 50 年的钢筋混凝土和预应力混凝土结构构件的裂缝控制等级和最大裂缝宽度允许值，应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 裂缝控制等级和最大裂缝宽度允许值

结构种类	强腐蚀		中腐蚀		弱腐蚀	
	裂缝控制等级	ω_{lim}	裂缝控制等级	ω_{lim}	裂缝控制等级	ω_{lim}
钢筋混凝土结构	二级	0.15mm	三级	0.20mm	三级	0.20mm
预应力混凝土结构	一级	—	一级	—	二级	—

注：裂缝控制等级的划分应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

4.2.5 设计使用年限为50年的混凝土保护层最小厚度，应符合表4.2.5的规定。后张法预应力混凝土构件的预应力钢筋保护层厚度为护套或孔道管外缘至混凝土表面的距离，除应符合表4.2.5的规定外，尚应不小于护套或孔道直径的1/2。

表4.2.5 混凝土保护层最小厚度(mm)

构件类别	强腐蚀	中、弱腐蚀
板、墙等面形构件	35	30
梁、柱等条形构件	40	35
基础	50	50
与腐蚀性介质直接接触的地下室外墙及底板的表面	50	50

注：设计使用年限为25年时，保护层厚度可减少5mm。设计使用年限为100年时，应参见有关标准或进行专门研究。

4.2.6 楼板上的管道、设备留孔，孔洞的边梁与孔洞边缘的距离不宜小于200mm。当工艺要求必须将边梁布置在孔洞边缘时，梁底面及侧面应按本标准第5.2.7条的规定进行防护。

4.2.7 主要承重构件的纵向受力钢筋直径不宜小于16mm。

4.2.8 浇筑在混凝土中并部分暴露在外的吊环、支架、紧固件、连接件等预埋件，应采取与腐蚀环境相适应的防腐蚀措施，并宜与受力钢筋隔离，需在梁上设置永久性起重吊点时，应预埋耐腐蚀套管。

4.2.9 混凝土结构外露的钢制预埋件和连接件的防护，应根据腐蚀性等级、重要性和检查维修难易程度按下列要求分别采取下列措施：

1 采用树脂或聚合物水泥的混凝土包裹，混凝土的厚度宜为30mm～50mm；

2 采用树脂或聚合物水泥的砂浆抹面，砂浆的厚度宜为10mm～20mm；

3 采用树脂玻璃鳞片胶泥防护，胶泥的厚度宜为1mm～2mm；

4 采用防腐蚀涂层防护，涂层的厚度宜为 200μm～320μm；

5 采用耐腐蚀金属制作。

4.2.10 先张法外露的预应力筋应采用树脂或聚合物水泥的混凝土进行封闭，保护层厚度不应小于 50mm。后张法预应力混凝土的锚固端，当采用暴露式布置时，应采用树脂或聚合物水泥的混凝土包裹，保护层厚度不小于 50mm，且锚固端部位应防止腐蚀性介质和水积聚。

4.3 钢 结 构

4.3.1 腐蚀性等级为强时，桁架、柱、主梁等重要受力构件不宜采用格构式；不应采用冷弯薄壁型钢。

4.3.2 重要构件和难以维修的构件不应采用表面原始锈蚀等级为 D 级钢材制作，宜采用长使用年限以上的防护涂层。

4.3.3 钢结构杆件截面的选择应符合下列规定：

1 杆件应采用实腹式或闭口截面，闭口截面端部应进行封闭；对封闭截面杆件进行热浸镀锌时，应采取开孔防爆措施；

2 腐蚀性等级为强、中时，不宜采用由双角钢组成的 T 形截面或由双槽钢组成的工形截面；

3 当采用型钢组合的构件时，型钢间的空隙宽度应符合防护层施工和维修的要求、并应符合现行国家标准《色漆和清漆　防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护　第 3 部分：设计依据》GB/T 30790.3 的规定。

4.3.4 钢结构杆件截面的厚度宜符合下列规定：

1 钢板组合的杆件，不宜小于 6mm；

2 闭口截面杆件，不宜小于 4mm；

3 角钢截面的厚度不宜小于 5mm。

4.3.5 门式刚架构件宜采用热轧 H 型钢，当采用 T 型钢或钢板组合时，应采用双面连续焊缝。

4.3.6 网架结构宜采用管形截面、球型节点，并应符合下列规定：

1 腐蚀性等级为强、中时，应采用焊接连接的空心球节点；

2 当采用螺栓球节点时，杆件与螺栓球的接缝应采用密封材料填嵌严密，多余螺栓孔应封堵。

4.3.7 不同金属材料接触的部位，宜采取隔离措施。

4.3.8 桁架、柱、主梁等重要钢构件和闭口截面杆件的焊缝，应采用连续焊缝。角焊缝的焊脚尺寸不宜小于 8mm；当杆件厚度小于 8mm 时，焊脚尺寸不应小于杆件厚度；加劲肋应切角，切角的尺寸应满足排水、施工维修要求。

4.3.9 焊条、螺栓、垫圈、节点板等连接构件的耐腐蚀性能，不应低于主体材料。螺栓直径不应小于 12mm。垫圈不应采用弹簧垫圈。螺栓、螺母和垫圈应采用热镀锌或热浸锌防护，安装后再采用与主体结构相同的防腐蚀措施。

4.3.10 构件采用高强螺栓连接的接触面的除锈等级，不应低于 Sa2 $\frac{1}{2}$；连接处的缝隙，应嵌刮耐腐蚀密封膏。

4.3.11 钢柱柱脚应置于混凝土基础上。经常用水清理冲洗地面的场地，基础顶面宜高出地面不小于 300mm。当腐蚀性等级为强时，钢柱柱脚及钢柱宜采用 C25 细石混凝土包裹，混凝土厚度不小于 60mm，包裹高度不小于 800mm，顶面 30°外坡。

4.4 钢与混凝土组合结构

4.4.1 在强、中腐蚀环境下，不宜采用下列结构：

1 钢与混凝土组合的屋架和吊车梁；

2 以压型钢板为模板兼配筋的混凝土组合结构。

4.4.2 当采用钢与混凝土的组合梁结构时，应符合下列规定：

1 可用于气态介质的弱腐蚀环境，且楼面无液态介质作用；

2 混凝土翼板与钢梁的结合处应密封。

4.5 砌体结构

4.5.1 承重砌体结构的材料选择应符合下列规定：

1 砖砌体宜采用烧结普通砖、烧结多孔砖，强度等级不宜低于 MU20；采用混凝土普通砖时，强度等级宜为 MU20，砂浆应采用水泥砂浆，强度等级不应低于 Mb10；

2 砌块砌体可采用混凝土砌块，强度等级不宜低于 MU15，灌孔混凝土的强度等级不应低于 Cb30，砂浆强度等级不应低于 Mb10。

4.5.2 承重砌体结构的设计应符合下列规定：

1 受大量易溶固态介质作用且干湿交替时，不应采用砌体结构；

2 腐蚀性等级为强、中时，不应采用独立砖柱；

3 腐蚀性等级为强、中时，应采用实心砌体；

4 对钢的腐蚀性等级为强、中时，不应采用配筋砌体构件。

4.6 木 结 构

4.6.1 木结构用材宜选用针叶材，有条件时亦可选用胶合木。

4.6.2 木结构的连接件宜采用非金属耐腐蚀材料或耐腐蚀金属材料制作。

4.7 地 基

4.7.1 腐蚀性地基土的勘察应符合下列规定：

1 污染土的勘察应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 执行；

2 当地基土存在溶陷性、盐胀性时，应按现行国家标准《盐渍土地区建筑技术规范》GB/T 50942 执行；

3 当拟建生产装置的泄漏介质可能污染地基土并产生影响时，应进行评估。

4.7.2 已污染或可能污染场地的地基处理方法，应符合下列规定：

1 当地基土中含有氢离子或硫酸根离子介质时，不应采用灰

土垫层、石灰桩、灰土挤密桩等加固方法；

2 当地基土中含有腐蚀性液态介质时，垫层材料不应采用矿渣、粉煤灰；

3 当地基土中含有酸性液态介质时，振冲桩、砂石桩的填料不应采用碳酸盐类材料；

4 当污染土对水泥类材料的腐蚀性等级为强、中时，不宜采用水泥粉煤灰碎石桩、夯实水泥土桩、水泥土搅拌法等含有水泥的加固方法，但硫酸根离子介质腐蚀时，可采用抗硫酸盐硅酸盐水泥或硅酸盐水泥、掺外加剂的普通硅酸盐水泥；

5 当地基土中含有酸性介质或硫酸盐类介质时，不应采用碱液法；

6 污染土或地下水的 pH 值小于 7，或生产过程中有碱性溶液作用时，不应采用单液硅化法。

4.7.3 当污染土层厚度不大，且溶陷性或盐胀性较大时，宜采用换土垫层法；垫层材料应采用非污染土或无污染的砂石类材料。当污染土层较厚，可采用桩基础穿越污染土层。

4.8 基 础

4.8.1 基础、基础梁的腐蚀性等级，应按下列规定确定：

1 位于受污染的场地时，应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 确定；

2 当地面下面设置隔离层时，生产过程中泄漏的介质对基础、基础梁的腐蚀性等级，可按本标准表 3.1.5 降低一级确定；

3 当污染土、地下水和生产过程中泄漏的介质共同作用时，应按腐蚀性等级高的确定。

4.8.2 基础材料的选择应符合下列规定：

1 基础应采用素混凝土、钢筋混凝土或毛石混凝土；

2 素混凝土和毛石混凝土的强度等级不应低于 C25；

3 钢筋混凝土的混凝土强度等级宜符合本标准表 4.2.3 的要求。

4.8.3 基础的埋置深度应符合下列规定：

1 生产过程中，当有硫酸、氢氧化钠、硫酸钠等介质泄漏作用，能导致地基土产生膨胀时，埋置深度不应小于 2m；

2 生产过程中，当有腐蚀性液态介质泄漏作用时，埋置深度不应小于 1.5m。

4.8.4 基础附近有腐蚀性溶液的储槽或储罐的地坑时，基础的底面应低于储槽或地坑的底面不小于 500mm。

4.8.5 基础应设垫层。基础与垫层的防护要求应符合表 4.8.5-1 的规定；基础梁的防护要求应符合表 4.8.5-2 的规定。

表 4.8.5-1 基础与垫层的防护要求

腐蚀性等级	垫层材料	基础的表面防护
强	耐腐蚀材料	1. 环氧沥青或聚氨酯沥青涂层，厚度≥500μm； 2. 聚合物水泥砂浆，厚度≥10mm； 3. 树脂玻璃鳞片涂层，厚度≥300μm； 4. 环氧沥青或聚氨酯沥青贴玻璃布，厚度≥1mm
中	耐腐蚀材料	1. 沥青冷底子油两遍，沥青胶泥涂层，厚度≥500μm； 2. 聚合物水泥砂浆，厚度≥5mm； 3. 环氧沥青或聚氨酯沥青涂层，厚度≥300μm
弱	C20 混凝土	1. 沥青冷底子油两遍，沥青胶泥涂层，厚度≥300μm； 2. 聚合物水泥浆两遍

注：1 表中有多种防护措施时，可根据腐蚀性介质的性质和作用程度、基础的重要性等因素选用其中一种；

2 埋入土中的混凝土结构或砌体结构，其表面应按本表进行防护。砌体结构表面应先用 1：2 水泥砂浆抹面找平；

3 垫层材料可采用具有相应防腐蚀性能且强度等级≥C20 的混凝土（厚 150mm）、聚合物水泥混凝土（厚 100mm）等。

表 4.8.5-2 基础梁的防护要求

腐蚀性等级	基础梁的表面防护
强	1. 环氧沥青或聚氨酯沥青贴玻璃布，厚度≥1mm； 2. 树脂玻璃鳞片涂层，厚度≥500μm； 3. 聚合物水泥砂浆，厚度≥15mm

续表 4.8.5-2

腐蚀性等级	基础梁的表面防护
中	1. 环氧沥青或聚氨酯沥青涂层，厚度≥500μm； 2. 聚合物水泥砂浆，厚度≥10mm； 3. 树脂玻璃鳞片涂层，厚度≥300μm
弱	1. 环氧沥青或聚氨酯沥青涂层，厚度≥300μm； 2. 聚合物水泥砂浆，厚度≥5mm； 3. 聚合物水泥浆两遍

注：当表中有多种防护措施时，可根据腐蚀性介质的性质和作用程度、基础梁的重要性等因素选用其中一种。

4.8.6 当主要腐蚀性介质为硫酸盐和氯盐时，采用掺入抗硫酸盐的外加剂、钢筋阻锈剂、矿物掺和料的混凝土，其性能满足防腐蚀要求时，可用于制作垫层、基础、基础梁，并可不做表面防护。

4.8.7 地沟穿越条形基础时，基础应留洞，洞边应加强防护。

4.9 桩 基 础

4.9.1 污染土和地下水对钢筋混凝土桩和预应力混凝土桩的腐蚀性等级，应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 确定。

4.9.2 桩基础的选择宜符合下列规定：

1 腐蚀性等级为强时，宜选用预制钢筋混凝土桩，可选用预应力高强混凝土管桩、预应力混凝土管桩；

2 腐蚀性等级为中、弱时，可采用钢筋混凝土灌注桩。

4.9.3 桩承台的埋深不宜小于 2.5m；当承台埋深小于 2.5m 时，桩身处于 2.5m 以上的部位宜加强防护。

4.9.4 桩身混凝土的基本要求应符合表 4.9.4 的规定。

表 4.9.4 桩身混凝土的基本要求

桩型 \ 项目	最低强度等级	最大水胶比	抗渗等级	钢筋最小保护层厚度(mm)	胶凝材料中 Cl^- 含量(%)	碱含量(kg/m^3)	胶凝材料最少用量(kg/m^3)
预应力高强混凝土管桩	C80	0.35	≥P12	35	≤0.06	≤3.0	430

续表 4.9.4

桩型＼项目	最低强度等级	最大水胶比	抗渗等级	钢筋最小保护层厚度(mm)	胶凝材料中 Cl^- 含量(%)	碱含量(kg/m^3)	胶凝材料最少用量(kg/m^3)
预应力混凝土桩管桩	C60	0.40	≥P12	35	≤0.06	≤3.0	400
预制钢筋混凝土桩	C40	0.40	≥P10	45	≤0.08	≤3.0	320
混凝土灌注桩	C30	0.50	≥P8	55	≤0.08	≤3.0	300

注:表中所列基本要求为设计使用年限为 50 年的技术指标。

4.9.5 桩身混凝土的防护要求应符合表 4.9.5 的规定。

表 4.9.5 桩身混凝土的防护要求

桩型	保护措施和要求		腐蚀性介质和强度等级								
			SO_4^{2-}			Cl^-			pH 值		
			强	中	弱	强	中	弱	强	中	弱
预应力高强混凝土管桩	1. 提高桩身混凝土耐腐蚀性能	抗硫酸盐等级	KS150 ≥0.85	KS120 ≥0.85	可不防护	—	—	可不防护	—	—	可不防护
		28d 龄期氯离子迁移系数 D_{RCM} (10^{-12} m^2/s)	—	—		≤4.0	≤7.0		—	—	
	2. 增加混凝土腐蚀裕量(mm)		≥20	≥10		—	—		≥20	≥10	
	3. 表面涂刷防腐蚀涂层厚度(μm)		≥500	≥300		≥500	≥300		≥500	≥300	
预应力混凝土管桩	1. 提高桩身混凝土耐腐蚀性能	抗硫酸盐等级	KS150 ≥0.85	KS120 ≥0.85	可不防护	—	—	可不防护	—	—	可不防护
		28d 龄期氯离子迁移系数 D_{RCM} (10^{-12} m^2/s)	—	—		≤4.0	≤7.0		—	—	
	2. 增加混凝土腐蚀裕量(mm)		≥20	≥10		—	—		≥30	≥20	
	3. 表面涂刷防腐蚀涂层厚度(μm)		≥500	≥300		≥500	≥300		≥500	≥300	

续表 4.9.5

<table>
<tr><th rowspan="3">桩型</th><th rowspan="3" colspan="2">保护措施和要求</th><th colspan="9">腐蚀性介质和强度等级</th></tr>
<tr><th colspan="3">SO_4^{2-}</th><th colspan="3">Cl^-</th><th colspan="3">pH 值</th></tr>
<tr><th>强</th><th>中</th><th>弱</th><th>强</th><th>中</th><th>弱</th><th>强</th><th>中</th><th>弱</th></tr>
<tr><td rowspan="4">预制钢筋混凝土桩</td><td rowspan="2">1. 提高桩身混凝土耐腐蚀性能</td><td>抗硫酸盐等级</td><td>KS120 ≥0.85</td><td>KS120 ≥0.80</td><td rowspan="4">可不防护</td><td>—</td><td>—</td><td rowspan="4">可不防护</td><td>—</td><td>—</td><td rowspan="4">可不防护</td></tr>
<tr><td>28d 龄期氯离子迁移系数 D_{RCM}（10^{-12} m^2/s）</td><td>—</td><td>—</td><td>≤5.0</td><td>≤8.0</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. 增加混凝土腐蚀裕量(mm)</td><td>≥30</td><td>≥20</td><td>—</td><td>—</td><td>≥30</td><td>≥20</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. 表面涂刷防腐蚀涂层厚度(μm)</td><td>≥500</td><td>≥300</td><td>≥500</td><td>≥300</td><td>≥500</td><td>≥300</td></tr>
<tr><td rowspan="3">混凝土灌注桩</td><td rowspan="2">1. 提高桩身混凝土耐腐蚀性能</td><td>抗硫酸盐等级</td><td rowspan="3">不宜采用</td><td>KS90 ≥0.85</td><td>KS90 ≥0.80</td><td rowspan="3">不宜采用</td><td>—</td><td>—</td><td rowspan="3">不宜采用</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>28d 龄期氯离子迁移系数 D_{RCM}（10^{-12} m^2/s）</td><td>—</td><td>—</td><td>≤8.0</td><td>≤10.0</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. 增加混凝土腐蚀裕量(mm)</td><td>≥40</td><td>≥20</td><td>—</td><td>—</td><td>≥40</td><td>≥20</td></tr>
</table>

注：1 本表适用设计使用年限为 50 年，桩基础所处的地下水、土的腐蚀性介质主要为 SO_4^{2-} 和 Cl^- 环境。当土中含有酸性液体 pH≤3.0、环境水中 Cl^-≥20000mg/L 时，以及设计使用年限 100 年的防护措施应专门研究。

2 桩身混凝土材料可根据防腐蚀要求，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，也可在普通水泥中掺入抗硫酸盐的外加剂、掺入矿物掺和料、钢筋阻锈剂；当桩身混凝土采用或掺入耐腐蚀材料后已能满足防腐蚀性能要求时，可不再采用表中 2 和 3 的技术措施。

3 在预制桩和预应力混凝土管桩中，不得采用单一亚硝酸盐类的阻锈剂。

4 预应力高强混凝土管桩和预应力混凝土管桩应采用 AB 级及以上型号且最小壁厚应≥95mm。

5 桩身涂刷防腐蚀涂层的长度，应大于污染土层的厚度。

6 当有两类以上介质同时作用时，应分别满足各自防护要求，但相同的防护措施可不迭加。

7 表中"—"表示可不采用此指标控制。

8 氯离子迁移系数和抗硫酸盐等级检测试验方法按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 执行。

4.9.6 混凝土预制桩的接桩应符合下列规定：

1 应减少接桩数量，接头宜位于非腐蚀性土层中。

2 预制钢筋混凝土桩和预应力混凝土管桩的接桩，可采用机械式接头连接或焊接连接接桩。接桩施工应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定执行。

3 位于以氯离子为主的强腐蚀环境土层中的接桩，宜采用机械式连接接头，对接处加环氧树脂密封胶密封；螺锁式、啮合式机械接头钢零件的混凝土保护层厚度不应小于纵向钢筋的混凝土保护层厚度；其他形式的接桩，外露的接桩钢零件应增加 2mm 钢零件厚度和焊缝厚度的腐蚀裕量并涂刷防腐蚀耐磨涂层 500μm。

4.9.7 当桩的表面涂有防腐蚀涂料时，桩的竖向极限承载力应通过试验确定；在确定承载力时，亦可不计入涂层范围内的桩侧阻力。

4.9.8 桩基承台的垫层和表面防护，应符合本标准表 4.8.5-1 的规定。

4.9.9 预制钢筋混凝土桩或预应力混凝土管桩的沉桩过程应做好桩体的保护，不得损伤桩体。

4.9.10 在腐蚀环境下，混凝土灌注桩施工成孔不应出现负偏差，灌注桩应确保钢筋的保护层厚度满足设计要求。

5 建筑防护

5.1 地面

5.1.1 地面面层材料应根据腐蚀性介质的类别及作用情况、防护层使用年限和使用过程中对面层材料耐腐蚀性能和物理力学性能的要求，结合施工、维修的条件，按表5.1.1选用，并应符合下列规定：

表5.1.1 地面面层材料选择

介质			块材面层						整体面层					
			块材		灰缝									
类别	名称	pH值或浓度	耐酸砖	耐酸石材	水玻璃胶泥或砂浆	树脂胶泥或砂浆	沥青胶泥	聚合物水泥砂浆	水玻璃混凝土	树脂细石混凝土	树脂砂浆	树脂自流平涂料、防腐蚀耐磨涂料	聚合物水泥砂浆	密实混凝土
Y1	硫酸(%)	>70	√	√	√	○	×	×	√	×	×	×	×	×
	硝酸(%)	>40												
	铬酸(%)	>20												
Y5	醋酸(%)	>40												
Y1	硫酸(%)	50～70	√	√	√	√	×	×	√	√	√	×	×	×
	盐酸(%)	≥20												
	硝酸(%)	5～40												
	铬酸(%)	5～20												
	磷酸(%)	20～60	√	√	×	√	×	×	—	√	×	×	×	×
Y1	磷酸(%)	<20	√	√	×	√	×	×	○	√	○	×	○	×
	硫酸(%)	<50	√	√	√	√	√	○	√	√	√	○	○	×
	盐酸(%)	<20												
	硝酸(%)	<5												
	铬酸(%)	<5												

续表 5.1.1

介质			块材面层						整体面层					
			块材		灰缝									
类别	名称	pH值或浓度	耐酸砖	耐酸石材	水玻璃胶泥或砂浆	树脂胶泥或砂浆	沥青胶泥	聚合物水泥砂浆	水玻璃混凝土	树脂细石混凝土	树脂砂浆	树脂自流平涂料、防腐蚀耐磨涂料	聚合物水泥砂浆	密实混凝土
Y1	酸洗液、电镀液、电解液（pH值）	＜1	√	√	√	√	√	○	√	√	√	○	○	×
Y5	醋酸（%）	2～40												
Y1	酸性水（pH值）	1.0～4.0	√	√	○	√	√	√	○	—	√	√	√	×
Y2		4.0～5.0	—	—	—	—	—	√	—	—	√	√	√	○
Y3		5.0～6.5	—	—	×	—	—	√	×	—	√	√	√	√
Y4	氢氟酸（%）	5～40	改用石墨砖		×	√	×	×	×	—	√	×	×	×
		＜5	○	×	×	√	√	×	×	√	√	○	×	×
Y5	柠檬酸（%）	≥2	√	√	√	√	—	○	√	—	√	√	○	○
Y6	乳酸、C_5～C_{20}脂肪酸（%）	≥2	√	√	√	√	—	√	√	—	√	√	√	○
Y7	氢氧化钠（%）	＞15	√	√	×	√	○	○	×	—	√	○	○	○
Y8		8～15	—	—	×	—	—	—	×	—	√	√	√	√
Y9	氨水（%）	≥10	—	—	×	—	—	—	×	—	√	√	√	√
Y10	钠、钾、铵的碳酸盐、碳酸氢盐（%）	≥2												
Y11	钠、钾、铵、镁、铜、镉、铁的硫酸盐（%）	≥1	√	√	○	√	○	○	○	—	√	○	√	×

续表 5.1.1

介质				块材面层						整体面层				
				块材		灰缝								
类别	名称	pH值或浓度	耐酸砖	耐酸石材	水玻璃胶泥或砂浆	树脂胶泥或砂浆	沥青胶泥	聚合物水泥砂浆	水玻璃混凝土	树脂细石混凝土	树脂砂浆	树脂自流平涂料、防腐蚀耐磨涂料	聚合物水泥砂浆	密实混凝土
Y12	钠、钾的亚硫酸盐、亚硝酸盐(%)	≥1	√	√	×	√	○	√	×	—	√	√	√	○
Y13	硝酸铵	≥1	√	√	○	√	○	○	○	—	√	○	○	×
Y14	钠、钾的硝酸盐	≥2	—	—	○	—	○	—	×	—	√	√	√	√
Y15	铵、铝、铁的氯化物(%)	≥1	√	√	○	√	○	○	○	—	√	√	○	×
Y16	钙、镁、钾、钠的氯化物(%)	≥2	—	—	○	—	—	—	×	—	√	√	√	√
Y17	尿素(%)	≥10	√	√	×	√	○	√	×	—	√	√	√	○
G1	难溶盐	任意	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	√
G2、G3、G4、G6、G7	固态盐	任意	—	—	—	—	—	—	—	—	√	√	√	○
G5、G8、G9	碱性固态盐	任意	—	—	×	—	—	—	×	—	—	√	√	√

注：1　表中"√"表示可用；"○"表示少量或偶尔作用时可用；"×"表示不可使用；"—"表示不推荐使用。

2　聚合物水泥砂浆、树脂类材料和涂料等耐腐蚀材料因品种和牌号的差异，耐腐蚀的指标也不同，选用时应核对后使用。

3　当固态介质处于潮湿状态时，应按相应类别的液态介质进行选用。

4　当腐蚀性介质为氢氟酸时，配制的防护材料中不应采用石英石和花岗石等含硅质材料的填料或骨料，可选用重晶石或石墨类等类型的材料。

1　整体面层材料、块材及灰缝材料，应对介质具有耐腐蚀性能。常用面层材料在常温下的耐腐蚀性能宜按本标准附录A确定。

2　有大型设备且检修频繁和有冲击磨损作用的地面，应采用厚度不小于60mm的块材面层或树脂细石混凝土、密实混凝土、水玻璃混凝土、树脂砂浆等整体面层。

3　设备较小和使用小型运输工具的地面，可采用厚度不小于20mm的块材面层或树脂砂浆、聚合物水泥砂浆等整体面层；无运输工具的地面可采用树脂自流平涂料或防腐蚀耐磨涂料等整体面层。

4　树脂砂浆、树脂细石混凝土、水玻璃混凝土和涂料等整体面层不宜用于室外。

5　面层材料应满足使用环境的温度要求；树脂砂浆、树脂细石混凝土和涂料等整体面层，不得用于有明火作用的部位。

6　操作平台可采用纤维增强塑料格栅地面。

5.1.2　地面面层厚度和使用年限宜符合表5.1.2的规定。

表5.1.2　地面面层厚度和使用年限

名　　称		厚度(mm)	使用年限(年)
耐酸石材	用于底层	30～100	≥15(灰缝宜采用树脂、水玻璃类材料，基层做隔离层)
	用于楼层	20～60	
耐酸砖	用于底层	30～65	
	用于楼层	20～65	
防腐蚀耐磨涂料		0.5～1	≥5
树脂自流平涂料		1～2(无隔离层)	≥5
		2～3(含隔离层厚度)	≥5
树脂砂浆		5～10	≥10
		(10～30)	≥10
树脂细石混凝土		30～50	≥15
水玻璃混凝土		60～80	≥15

续表 5.1.2

名称	厚度(mm)	使用年限(年)
聚合物水泥砂浆	15～20	≥15
密实混凝土	60～80	≥15

注：1 选用本表的使用年限时，地面的构造应满足本节的有关规定。

2 树脂砂浆厚度大于10mm时，应首先通过测试砂浆材料固化收缩率对其可靠性进行验证。当选用括号内的厚度时，树脂砂浆材料的线收缩率应≤0.005%，抗压强度≥50MPa，线收缩率测定应符合本标准附录D的规定。

5.1.3 块材面层的结合层材料应符合表5.1.3的规定。

表 5.1.3 块材面层的结合层材料

<table>
<tr><th colspan="2">块材</th><th>灰缝材料</th><th>结合层材料</th></tr>
<tr><td colspan="2">耐酸砖</td><td rowspan="2">各种胶泥或砂浆</td><td rowspan="2">同灰缝材料</td></tr>
<tr><td rowspan="6">耐酸石材</td><td>厚度≤30mm</td></tr>
<tr><td rowspan="5">厚度＞30mm</td><td>聚合物水泥砂浆</td><td>聚合物水泥砂浆</td></tr>
<tr><td rowspan="3">树脂胶泥</td><td>酸性介质作用时，采用水玻璃砂浆或树脂砂浆</td></tr>
<tr><td>酸碱介质交替作用时，采用树脂砂浆或聚合物水泥砂浆</td></tr>
<tr><td>碱、盐类介质作用时，采用聚合物水泥砂浆或树脂砂浆</td></tr>
<tr><td>水玻璃胶泥或砂浆</td><td>水玻璃砂浆</td></tr>
</table>

5.1.4 地面隔离层的设置应符合下列规定：

1 受腐蚀性介质作用且经常冲洗的地面应设置隔离层；

2 受大量易溶盐类介质作用且腐蚀性等级为强、中时，地面应设置隔离层；

3 在强、中腐蚀时，受氯离子介质作用的楼层地面和苛性碱作用的底层地面，应设隔离层；在弱腐蚀时，受氯离子介质作用的楼层地面和苛性碱作用的底层地面，宜设隔离层；

4 水玻璃混凝土地面和采用水玻璃胶泥或砂浆砌筑的块材

地面，应设置隔离层。

5.1.5 地面隔离层的材料应符合下列规定：

1 隔离层应具有耐腐蚀性、整体性和严密性；

2 当面层厚度小于 30mm 且结合层为刚性材料时，隔离层不应选用柔性材料；

3 树脂砂浆、树脂细石混凝土、树脂自流平涂料等整体地面和采用树脂胶泥或砂浆砌筑的块材地面，其隔离层应采用厚度不小于 1mm 的树脂纤维增强塑料；树脂纤维增强塑料的含胶量应不小于 45％。

5.1.6 树脂砂浆、树脂细石混凝土、涂料等整体地面的找平层材料，应采用强度等级不低于 C30 的细石混凝土。

5.1.7 地面垫层材料及构造应符合下列规定：

1 垫层材料应采用混凝土。

2 地面地基的加强层在酸性介质或硫酸根离子介质作用下，不得采用三合土、四合土、灰土和矿渣等材料。压实填土地基的要求应符合现行国家标准《建筑地面设计规范》GB 50037 的有关规定。

3 室内地面垫层的混凝土强度等级不应低于 C20，厚度不宜小于 120mm。室外地面垫层的混凝土强度等级不应低于 C25，厚度不宜小于 150mm。树脂砂浆、树脂细石混凝土、涂料等整体地面，其垫层的混凝土强度等级不宜低于 C30，厚度不宜小于 200mm。

4 室外地面、面积较大的地面、树脂细石混凝土地面、树脂砂浆地面、树脂自流平涂料地面、有大型运输工具冲击磨损作用的地面或地基可能产生不均匀变形时，宜采用配筋的混凝土垫层，配筋应采用直径不小于 10mm、间距不大于 200mm 的双向钢筋网。垫层配筋当采用单层配筋时，钢筋距上表面宜为 50mm；当采用双层配筋时，上层钢筋距上表面宜为 50mm，下层钢筋距下表面宜为 30mm。

5　配筋混凝土垫层应分段配筋和浇灌，每段的间距不宜大于30m。在有技术保障措施条件下，可适当加大每段的长度，钢筋保持连续，减少地面伸缩缝的设置。

6　室外土壤有冻结的地区，室外地面垫层下应设置防冻胀层，其厚度不应小于300mm；室内防冻胀层的设置应符合现行国家标准《建筑地面设计规范》GB 50037的有关规定。

7　在树脂砂浆、树脂细石混凝土和涂料等整体地面的垫层下，应设防潮层；当地下水位较高时，应设防水层。

5.1.8　预制楼板应设置配筋的细石混凝土整浇层。细石混凝土的强度等级不应低于C30，厚度不应小于40mm，并应配置钢筋网，钢筋直径不宜小于4mm、间距不宜大于200mm，钢筋距上表面宜为20mm。

5.1.9　地面排水应符合下列规定：

1　受液态介质作用的地面，应设朝向排水沟或地漏的排泄坡面；底层地面排泄坡面的坡度不宜小于2%，楼层地面排泄坡面的坡度不宜小于1%，底层地面宜采用基土找坡，楼层地面宜采用找平层找坡；

2　排水沟和地漏应布置在能迅速排除液体的位置，排泄坡面长度不宜大于9m，各个方向的排泄坡面长度不宜相差太大；

3　排水沟内壁与墙边、柱边的距离，不应小于300mm；

4　地漏中心与墙、柱、梁等结构边缘的距离，不应小于400mm，地漏的上口直径不宜小于150mm，地漏应采用耐腐蚀材料制作，与地面的连接应严密。

5.1.10　有液态介质作用的地面的下列部位应设挡水：

1　不同材料的地面面层交界处；

2　楼层地面、平台的孔洞边缘和平台边缘；

3　地坑四周、排风沟出口与地面交接处及变形缝两侧。

5.1.11　地面与墙、柱交接处，应设置耐腐蚀的踢脚板；踢脚板的高度不宜小于250mm。

5.1.12 支承在地面上的钢构件，应设置耐腐蚀的底座。钢支架的底座高度不宜小于300mm，钢梯、钢栏杆的底座高度不应小于100mm。

5.1.13 地面变形缝的构造应严密。嵌缝材料应采用弹性耐腐蚀密封材料，伸缩片应采用橡胶、塑料、耐腐蚀的金属等材料制作。

5.1.14 设备基础的防护应符合下列规定：

1 设备基础表面的防护层不宜直接作为结构荷载受力面。

2 设备基础顶面高出地面面层不应小于100mm。

3 设备基础的地上部分，应根据介质的腐蚀性等级、设备安装、检修和使用要求，结合基础的型式及大小等因素，选择防腐蚀材料和构造。当基础顶面与所在地面的高差小于300mm时，基础的防护面层宜与地面一致。振动设备基础宜采用整体或大块石材等耐冲击、抗振动的面层材料。

4 液态介质作用较多的设备基础，其基础顶面及四周地面宜采取集液、排液措施。

5 设备基础锚固螺栓孔的灌浆材料，上部应采用耐腐蚀材料，其深度不宜小于50mm。

6 重要设备基础地下部分的设计，应符合本标准第4.8节的规定。

5.1.15 地沟和地坑的防护应符合下列规定：

1 地沟和地坑的材料应采用混凝土或钢筋混凝土；混凝土的强度等级不应低于地面垫层混凝土的强度等级。

2 建筑物的墙、柱、基础不得兼作地沟和地坑的底板和侧壁。

3 管沟不应兼作排水沟。

4 地沟和地坑的底面应坡向集水坑或地漏。地沟底面的纵向坡度宜为0.5%～1%；地坑底面的坡度不宜小于2%。

5 当有地下水或滞水作用时，地沟和地坑应设外防水；当位于潮湿土中时，应设置防潮层。

6 排水沟和集水坑的面层材料和构造，除应满足防腐蚀要求

外，尚应满足清污工作的要求。排水沟和集水坑应设置隔离层，并与地面隔离层连成整体；当地面无隔离层时，排水沟的隔离层伸入地面面层下的宽度不应小于 300mm。

7 排水沟宜采用明沟。沟宽超过 300mm 时，应设置耐腐蚀的箅子板或沟盖板。

8 地下排风沟应根据作用介质的性质及作用条件设防，内表面可选用涂料、纤维增强塑料或其他面层防护。

9 地沟穿越厂房基础时，基础应预留洞孔；沟盖板与洞顶、沟侧壁与洞边，均应留有不小于 50mm 的净空。

10 地沟的变形缝不得设置在穿越厂房基础的部位，离开基础的距离不宜小于 1m。

5.2 结构及构件的表面防护

5.2.1 在气态介质和固态粉尘介质作用下，混凝土结构、钢结构和砌体结构的表面涂层，应根据介质的腐蚀性等级和防护层使用年限等因素综合确定。涂层系统应由底层、中间层、面层或底层、面层配套组成。涂料的选择和配套要求应符合本标准第 7.10 节的规定。

5.2.2 混凝土结构的表面防护应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 混凝土结构的表面防护

强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀	防护层使用年限(年)
防腐蚀涂层，厚度≥200μm	防腐蚀涂层，厚度≥160μm	防腐蚀涂层，厚度≥120μm	≥11～≤15
防腐蚀涂层，厚度≥160μm	防腐蚀涂层，厚度≥120μm	1. 防腐蚀涂层，厚度≥80μm； 2. 聚合物水泥浆两遍； 3. 普通内外墙涂料两遍	≥6～≤10

续表 5.2.2

强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀	防护层使用年限(年)
防腐蚀涂层,厚度≥120μm	1. 防腐蚀涂层,厚度≥80μm; 2. 聚合物水泥浆两遍; 3. 普通内外墙涂料两遍	1. 普通内外墙涂料两遍; 2. 不做表面防护	≥2~≤5

注:1 防腐蚀涂料的品种应按本标准第7.10节确定;
2 混凝土表面不平时,宜采用聚合物水泥砂浆局部找平;
3 室外工程的涂层厚度宜增加20μm~40μm;
4 当表中有多种防护措施时,可根据腐蚀性介质和作用程度以及构件的重要性等因素选用其中一种。

5.2.3 钢结构的表面防护宜符合表5.2.3的规定。

表 5.2.3 钢结构的表面防护

防腐蚀涂层最小厚度(μm)			防护层使用年限(年)
强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀	
320	280	240	>15
280	240	200	11~15
240	200	160	6~10
200	160	120	2~5

注:1 防腐蚀涂料的品种应按本标准第7.10节确定;
2 涂层厚度包括涂料层的厚度或金属层与涂料层复合的厚度;
3 采用喷锌、铝及其合金时,金属层厚度不宜小于120μm;采用热镀浸锌时,锌的厚度不宜小于85μm;
4 室外工程的涂层厚度宜增加20μm~40μm;
5 经科学试验或工程实践证明的某些性能优良的涂料品种,其涂层厚度可适当减薄。

5.2.4 钢铁基层的除锈等级应符合表5.2.4的规定。

表 5.2.4 钢铁基层的除锈等级

项　　目	最低除锈等级
富锌底涂料	Sa2 $\frac{1}{2}$
乙烯磷化底涂料、氯化橡胶	

续表 5.2.4

项目	最低除锈等级
环氧或乙烯基酯玻璃鳞片底涂料	Sa2
聚氨酯、环氧、聚氯乙烯萤丹、高氯化聚乙烯、氯磺化聚乙烯、醇酸、丙烯酸环氧、丙烯酸聚氨酯等底涂料	Sa2 或 St3
环氧沥青、聚氨酯沥青底涂料	St2
喷铝及其合金	Sa3
喷锌及其合金	Sa2 $\frac{1}{2}$
热镀浸锌	Be

注：1 新建工程重要构件的除锈等级不应低于 Sa2 $\frac{1}{2}$；

2 喷射或抛射除锈后的表面粗糙度宜为 40μm～75μm，并不应大于涂层厚度的 $\frac{1}{3}$。

5.2.5 砌体结构的表面防护应符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 砌体结构的表面防护

强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀	防护层使用年限(年)
防腐蚀涂层，厚度≥160μm	防腐蚀涂层，厚度≥120μm	防腐蚀涂层，厚度≥80μm	11～15
防腐蚀涂层，厚度≥120μm	防腐蚀涂层，厚度≥80μm	1. 聚合物水泥浆两遍； 2. 普通内外墙涂料两遍	6～10
防腐蚀涂层，厚度≥80μm	1. 聚合物水泥浆两遍； 2. 普通内外墙涂料两遍	1. 普通内外墙涂料两遍； 2. 不做表面防护	2～5

注：1 防腐蚀涂料的品种，应按本标准第 7.10 节确定；

2 混凝土砌块、烧结普通砖和烧结多孔砖等墙、柱砌体的表面，应先用 1∶2 水泥砂浆抹面，然后再做防护面层；

3 当表中有多种防护措施时，可根据腐蚀性介质和作用程度以及构件的重要性等因素选用其中一种。

5.2.6 当地面需经常冲洗或堆放固态介质时，墙面、柱面应设置墙裙，其面层材料的选用宜符合下列要求：

1 腐蚀性介质为酸性时，宜采用纤维增强塑料、树脂玻璃鳞

片涂层、树脂砂浆或耐腐蚀块材；

2 腐蚀性介质为碱性或中性时，宜采用聚合物水泥砂浆、防腐蚀涂层或纤维增强塑料。

5.2.7 孔洞周围的边梁和板受到液态介质作用时，宜设置纤维增强塑料或树脂玻璃鳞片涂层。

5.2.8 厂房围护结构设计应防止结露，不可避免结露的部位应加强防护。

5.3 门　　窗

5.3.1 对钢的腐蚀性等级为强时，宜采用平开门。

5.3.2 在氯、氯化氢、氟化氢、硫酸酸雾等气体或碳酸钠粉尘作用下，不应采用铝合金门窗。

5.3.3 当生产过程中有碱性粉尘作用时，不应采用木门窗。

5.3.4 硬聚氯乙烯塑钢门窗、纤维增强塑料门窗，应选用防腐蚀型的。

5.3.5 钢门窗、木门窗应根据环境的腐蚀性等级涂刷防腐蚀涂料。

5.3.6 对钢的腐蚀性等级为强、中时，侧窗、天窗的开窗机应采取防腐蚀措施。

5.4 屋　　面

5.4.1 屋面形式应简单，宜采用有组织外排水。生产过程中散发腐蚀性粉尘较多的建筑物，不宜设女儿墙。

5.4.2 屋面材料的选择应符合下列规定：

1 轻型屋面应根据腐蚀性介质的性质等条件，选用铝合金板、不锈钢板、彩涂镀铝锌压型钢板和纤维增强塑料瓦等材料；

2 在氯、氯化氢、氟化氢气体，碱性粉尘或煤、铜、汞、锡、镍、铅等金属及其化合物的粉尘作用下，不应采用铝合金板；

3 在腐蚀性粉尘的作用下，不应采用刚性防水屋面和水泥、

混凝土的瓦屋面，当采用彩涂压型钢板屋面时，屋面坡度不应小于10%；

4 屋面配件宜采用混凝土、纤维增强塑料、工程塑料或不锈钢等材料制作，不宜采用薄钢板或镀锌薄钢板制作。

5.4.3 金属板屋面的连接件应采取防止不同金属接触腐蚀的隔离措施。

5.4.4 雨水管和水斗宜选用硬聚氯乙烯塑料、聚乙烯塑料、纤维增强塑料、不锈钢等材料制作。

5.4.5 受液态介质或固态介质作用的屋面，应按防腐蚀楼层地面设计，并应设置耐腐蚀的排水设施。

5.4.6 腐蚀性气体、气溶胶或粉尘排放口周围的屋面，应加强防护。

5.5 墙 体

5.5.1 砌体墙材料应符合本标准第4.5.1条的规定；其表面防护应符合本标准第5.2.5条的规定。

5.5.2 内隔墙可选用纤维增强水泥条板、轻质混凝土条板、铝合金玻璃隔墙、不锈钢玻璃隔墙、塑钢玻璃隔墙、复合彩钢板和轻钢龙骨墙板体系。纤维增强水泥条板、轻质混凝土条板的表面防护，可按本标准第5.2.5条的规定确定。

5.5.3 轻钢龙骨墙板体系材料的选择应符合下列规定：

1 轻钢龙骨应采用厚度不小于1mm的镀锌冷弯薄壁型钢；

2 墙板应具有防水性和耐腐蚀性能，不得采用石膏板。

6 构 筑 物

6.1 储槽、污水处理池

6.1.1 本节应用于常温、常压下储存或处理腐蚀性液态介质的钢筋混凝土储槽和污水处理池。

6.1.2 储槽的槽体设计应符合下列规定：

1 槽体应采用现浇钢筋混凝土结构；

2 槽体不应设置伸缩缝；

3 槽体宜采用条形或环形基础架空设置，当工艺要求布置在地下时，宜设置在地坑内；

4 容积大于 $100m^3$ 的矩形储槽宜分格；

5 槽体宜设置渗漏检测装置。

6.1.3 污水处理池的池体应采用现浇钢筋混凝土结构。池体不宜设置伸缩缝，必须设置时，构造应严密，并应满足防腐蚀和变形的要求。

6.1.4 储槽、污水处理池的钢筋混凝土结构设计除应符合本标准第 4.2 节的规定外，尚应符合下列规定：

1 混凝土抗渗等级不应低于 P8；

2 侧壁和底板的厚度不应小于 250mm；混凝土内表面应平整，侧壁可采用聚合物水泥砂浆局部抹平，底板可采用细石混凝土找平并找坡；

3 受力钢筋直径不宜小于 10mm，间距不应大于 200mm，储槽、污水处理池与污染介质接触面钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 35mm。

6.1.5 储槽、污水处理池的内表面防护宜符合表 6.1.5 的规定，并应符合下列规定：

1　块材宜采用厚度不小于30mm的耐酸砖和耐酸石材。砌筑材料可采用树脂类材料、水玻璃类材料，不得采用沥青类材料。

2　水玻璃混凝土应采用密实型材料，其厚度不应小于80mm。

3　纤维增强塑料的增强材料应采用玻璃纤维布或玻璃纤维毡与玻璃纤维布复合；复合时的富胶层厚度不应小于纤维增强塑料厚度的1/3。玻璃纤维布的含胶量不应小于45%，玻璃纤维短切毡的含胶量不小于70%，玻璃纤维表面毡的含胶量不应小于90%。

4　采用块材、水玻璃混凝土衬里时，应设纤维增强塑料隔离层，厚度不应小于1mm；纤维增强塑料应有毡和布，并不应少于4层。

5　采用纤维增强塑料或涂层防护的储槽、污水处理池，在受冲刷和磨损的部位宜增设块材或树脂砂浆层。

6　采用内胆式树脂混凝土整体防护的储槽，树脂混凝土厚度宜为40mm～50mm，抗压强度不小于50MPa，并避免与钢筋混凝土池壁直接粘接。树脂混凝土的线收缩率不应大于0.005%，线收缩率试验检测应符合本标准附录D的规定。

表6.1.5　储槽、污水处理池的内表面防护

腐蚀性等级	侧壁和池底		钢筋混凝土顶盖的底面
	储槽	污水处理池	
强	1. 块材； 2. 水玻璃混凝土； 3. 树脂混凝土； 4. 纤维增强塑料，厚度≥5mm	1. 块材； 2. 纤维增强塑料，厚度≥3mm	1. 纤维增强塑料，厚度≥3mm； 2. 树脂玻璃鳞片胶泥，厚度≥2mm
中	1. 块材； 2. 纤维增强塑料，厚度≥3mm	1. 纤维增强塑料，厚度≥2mm； 2. 树脂玻璃鳞片胶泥，厚度≥2mm； 3. 聚合物水泥砂浆，厚度20mm	1. 树脂玻璃鳞片胶泥，厚度≥2mm； 2. 树脂玻璃鳞片涂层，厚度≥250μm； 3. 厚浆型防腐蚀涂层，厚度≥300μm

续表 6.1.5

腐蚀性等级	侧壁和池底		钢筋混凝土顶盖的底面
	储槽	污水处理池	
弱	1. 树脂玻璃鳞片胶泥,厚度≥2mm; 2. 聚合物水泥砂浆,厚度 20mm; 3. 纤维增强塑料,厚度≥1mm	1. 树脂玻璃鳞片涂层,厚度≥250μm; 2. 厚浆型防腐蚀涂层,厚度≥300μm; 3. 聚合物水泥砂浆,厚度 10mm; 4. 水泥砂浆,厚度 10mm	防腐蚀涂层,厚度≥200μm

注:1 当表中有多种防护措施时,表面防护层的种类,可根据腐蚀性介质的性质和作用程度以及储槽、污水处理池的重要性等因素选用其中一种或数种;

2 在满足防腐蚀性能要求时,腐蚀性等级为弱的污水处理池可采用掺入抗硫酸盐的外加剂、矿物掺和料或钢筋阻锈剂的钢筋混凝土制作,其表面可不做防护。

6.1.6 储槽、污水处理池地上部分的外表面和地坑的内表面,应根据腐蚀性介质的作用条件,按本标准第 3.1 节确定腐蚀性等级,按本标准第 5.1 和 5.2 节的有关规定采取表面防护措施。

6.1.7 储槽、污水处理池与土壤接触的表面,应设置防水层。

6.1.8 管道出入口宜设置在储槽、污水处理池的顶部。当确需在侧壁设置时,必须预埋耐腐蚀的套管,套管与管道间的缝隙应采用耐腐蚀材料填封。

6.1.9 腐蚀性等级为强时,储槽、污水处理池的内表面不应埋设钢制预埋件。储槽的栏杆和池内的爬梯、支架等,宜采用纤维增强塑料型材或耐腐蚀的金属制作。

6.1.10 当衬里施工过程中可能产生有害气体时,储槽、污水处理池的顶盖应采用装配式或设置不少于两个供施工通风用的孔洞。

6.2 室外管架

6.2.1 室外管架应采用钢筋混凝土结构、钢结构或预应力混凝土结构。

6.2.2 对钢的腐蚀性等级为强、中时,不宜采用吊索式、悬索式

管架。

6.2.3 钢筋混凝土管架的设计除应符合本标准第4.2节的规定外,尚应符合下列规定:

1 柱宜采用矩形截面;

2 混凝土构件的表面防护,应符合本标准第5.2节的规定。

6.2.4 钢管架的设计除应符合本标准第4.3节的规定外,尚应符合下列规定:

1 柱、桁架、梁宜采用H型截面和管型截面;

2 圆钢吊杆或拉杆的直径不应小于20mm;

3 钢构件的表面防护,应符合本标准第5.2节的规定。

6.2.5 防腐蚀地面范围内的管架柱下部以及有腐蚀性液体作用的检修平台或走道,应加强防护。

6.3 排 气 筒

6.3.1 排气筒型式的选择宜符合下列规定:

1 排放的烟气中含有酸性冷凝液对排气筒为强腐蚀时,宜采用套筒式或塔架式排气筒;

2 排放的气体或粉尘对钢筋混凝土的腐蚀性等级为弱时,可采用单筒式排气筒。

6.3.2 单筒式排气筒应符合下列规定:

1 筒壁应采用钢筋混凝土;筒壁的厚度不宜小于160mm,混凝土的抗渗等级不宜低于P8;钢筋混凝土的结构设计应符合本标准第4.2节的规定,筒首20m范围内的最大裂缝宽度不应大于0.15mm;

2 筒壁可能结露时,应沿筒壁全高设耐腐蚀材料的内衬,筒壁内表面宜预先涂刷厚度不小于100μm的防腐蚀涂料或树脂胶料;

3 当筒壁不可能结露时,筒壁内表面应沿全高涂刷厚度不小于250μm的防腐蚀涂料。

6.3.3 套筒式排气筒应符合下列规定：

1 外筒应采用钢筋混凝土，混凝土抗渗等级不宜低于P8；钢筋混凝土的结构设计，应符合本标准第4.2节的规定，筒首20m范围内的最大裂缝宽度，不应大于0.15mm；外筒内表面及支承内筒的梁、柱及平台、楼梯等构件的表面防护，应符合本标准第5.2节的规定；外筒的厚度应根据内部平台和内筒荷载按现行国家标准《烟囱设计规范》GB 50051执行；

2 内筒应根据排放气体的腐蚀性采用耐腐蚀材料制作。

6.3.4 塔架式排气筒应符合下列规定：

1 塔架应采用钢结构，并应符合本标准第4.3节的规定；

2 塔架结构主要杆件宜选用管型截面；

3 塔架顶部10m范围内的钢材厚度，可增加腐蚀裕量1mm；

4 筒体应根据排放气体的腐蚀性采用耐腐蚀材料制作；

5 在强和中腐蚀环境下，钢塔架基础应高出地面500mm。

6.3.5 气体进口、转折及出口部位，应加强防护；可能产生气体结露的部位，应采取防止冷凝液积聚和沿筒身流下的措施。

6.3.6 单筒式筒壁的外表面、套筒式外筒的外表面和塔架，应根据排出气体和周围大气中气态、固态介质的类别，按本标准第5.2节的规定进行防护，筒首部位10m范围内应加强防护。

6.3.7 排气筒内部和外部地面受液态介质作用时，应根据介质的种类、浓度，按本标准第5.1节的规定设置防腐蚀地面。

6.3.8 爬梯、平台和栏杆宜采用耐候钢制作，钢结构表面防护宜采用超长使用年限的防腐蚀涂层或喷、镀、浸金属层上再涂防腐蚀涂料的复合面层；预埋件和连接螺栓宜采用不锈钢制作，每段直爬梯连接点不宜少于6点。

7 材　　料

7.1 一般规定

7.1.1 材料的选择应根据腐蚀性介质的性质、浓度和作用条件，结合材料的耐腐蚀性能和物理力学性能、使用部位的重要性、施工的可操作性、材料供应状况等因素综合确定。

7.1.2 常温下，常用材料的耐腐蚀性能宜按本标准附录A确定，常用材料的物理力学性能宜按本标准附录B确定；当材料受多种介质混合作用、交替作用及非常温介质作用时，其耐腐蚀性能除确有使用经验外，应通过试验确定；当采用新型材料时，应经科学试验或工程实践证明行之有效方可采用。

7.1.3 耐腐蚀材料的施工配合比应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212的有关规定。

7.2 水泥砂浆和混凝土

7.2.1 水泥品种的选择应符合下列规定：

1 混凝土和水泥砂浆宜选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，地下结构或在弱腐蚀条件下，也可选用矿渣硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥；硅酸盐水泥宜掺入矿物掺和料，普通硅酸盐水泥可掺入矿物掺和料；

2 受碱液作用的混凝土和水泥砂浆，应选用普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥，不得选用高铝水泥或以铝酸盐成分为主的膨胀水泥，并不得采用铝酸盐类膨胀剂；

3 在硫酸盐为强腐蚀的条件下，不宜使用铝酸盐、硫铝酸盐、钙质、镁质类膨胀剂和高钙粉煤灰；

4 在硫酸盐腐蚀条件下的水泥和矿物掺合料中，不得加入石

灰石粉。

5 中抗硫酸盐硅酸盐水泥，可用于硫酸根离子含量不大于2500mg/L的液态介质；高抗硫酸盐硅酸盐水泥，可用于硫酸根离子含量不大于8000mg/L的液态介质。

6 在下列环境下，抗硫酸盐硅酸盐水泥的耐腐蚀性能除确有使用经验外，尚应经过试验确定：

1)介质的硫酸根离子含量大于上述指标；

2)介质除含有硫酸根离子外，还含有氯离子或其他腐蚀性离子；

3)构件一个侧面与硫酸根离子液态介质接触，另一个侧面暴露在大气中。

7.2.2 掺入混凝土中的外加剂应符合下列规定：

1 外加剂对混凝土的性能应无不利影响，对钢筋不得有腐蚀作用；

2 在混凝土中掺入矿物掺和料、钢筋阻锈剂或抗硫酸盐的外加剂时，使用方法、掺量和耐腐蚀性能应符合有关标准的规定，并按相应产品的使用说明经验证后确定；

3 在混凝土中掺入纤维时，应保证混凝土的和易性。

7.2.3 混凝土的砂、石应致密，可采用花岗石、石英石或石灰石，但不得采用有碱骨料反应的活性骨料。

7.2.4 强度等级不低于C20的混凝土和1∶2水泥砂浆，可用于浓度不大于8%氢氧化钠作用的部位；抗渗等级不低于P8的密实混凝土，可用于浓度不大于15%氢氧化钠作用的部位；采用铝酸三钙含量不大于9%的普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥，且抗渗等级不低于P10的密实混凝土，可用于浓度不大于22%氢氧化钠作用的部位。

7.2.5 聚合物水泥砂浆的品种可选用氯丁胶乳水泥砂浆、聚丙烯酸酯乳液水泥砂浆和环氧乳液水泥砂浆。聚合物水泥砂浆可用于盐类介质、中等浓度的碱液和酸性水等介质作用的部位。

7.3 耐腐蚀块材

7.3.1 耐酸砖可用于酸、盐类介质作用的部位，但不得用于含氟酸、熔融碱作用的部位。

7.3.2 耐酸砖应选用素面砖。当用于受高温气态介质作用时，应选用耐酸耐温砖。

7.3.3 耐酸石材宜用于酸性介质作用的部位，也可用于碱、盐类介质作用的部位，但不得用于含氟酸、熔融碱和骤冷骤热介质作用的部位。

7.3.4 耐碱石材可用于碱性介质作用的部位，不得用于酸性介质作用的部位。

7.3.5 浸渍石墨砖可用于含氟酸作用的部位。

7.4 金　　属

7.4.1 在常温状态下，铸铁和碳素钢可用于氢氧化钠或硫化钠溶液作用的部位。

7.4.2 铝和铝合金可用于有机酸、浓硝酸、硝酸铵、尿素等介质作用的部位。

7.4.3 锌、铝及其合金，以及喷、镀、浸锌、铝金属层的钢材，不应用于下列介质作用频繁的部位：

1 碳酸钠粉尘、碱或呈碱性反应的盐类介质；

2 氯、氯化氢、氟化氢等气体；

3 铜、汞、锡、镍、铅等金属的化合物。

7.4.4 不锈钢不得用于含氯离子介质作用的部位。

7.4.5 铝和铝合金与水泥类材料或钢材接触时，应采取隔离措施。

7.5 塑　　料

7.5.1 聚氯乙烯、聚乙烯和聚丙烯塑料，不得用于高浓度氧化性

酸作用的部位。

7.5.2 聚氯乙烯、聚乙烯和聚丙烯塑料,不得用于有明火作用或受机械冲击作用的部位。

7.6 木　　材

7.6.1 木材可用于醋酸酸雾、氟化氢、氯、二氧化硫等气态介质作用的部位,不得用于硝酸、铬酸、硫酸、氢氧化钠等液态介质作用的部位。

7.6.2 木材不宜用于介质干湿交替频繁作用的部位。

7.7 树脂类材料

7.7.1 树脂品种可选用环氧树脂、不饱和聚酯树脂、乙烯基酯树脂、呋喃树脂和酚醛树脂,但不得采用酚醛树脂配制树脂砂浆和树脂混凝土。

7.7.2 在酸(含氟酸除外)、碱、盐类介质作用下,集料应选用石英石、花岗石、石英砂等骨料和石英粉、瓷粉、铸石粉等粉料,纤维增强塑料的增强材料宜选用玻璃纤维布和玻璃纤维毡。在含氟酸作用下,集料应选用重晶石或石墨类材料的石、砂和粉料,纤维增强塑料的增强材料宜选用有机纤维布和有机纤维毡,也可选用麻布或脱脂纱布,但不得选用玻璃纤维布和玻璃纤维毡。

7.7.3 不饱和聚酯树脂材料和乙烯基酯树脂材料,不应选用有阻聚作用或有促进作用的颜料、粉料。

7.7.4 当树脂类材料用于潮湿基层时,应选用湿固化的环氧树脂胶料封底。

7.8 水玻璃类材料

7.8.1 水玻璃品种可选用钾水玻璃和钠水玻璃。水玻璃类材料可用于酸性介质作用的部位,不宜用于盐类介质干湿交替作用频繁的部位,不得用于碱和呈碱性反应的介质以及含氟酸作用的

部位。

7.8.2 常温介质作用时,宜选用密实型水玻璃类材料;当介质温度高于100℃时,不应选用密实型水玻璃类材料。经常有稀酸或水作用的部位,应选用密实型水玻璃类材料,其表面应进行不少于5遍酸化处理。

7.8.3 钠水玻璃材料不得与水泥砂浆、混凝土等呈碱性反应的基层直接接触。

7.8.4 配筋水玻璃混凝土的钢筋表面,应涂刷防腐蚀涂料。

7.9 沥青类材料

7.9.1 沥青类材料可用于中等浓度及以下的酸、碱和盐类介质作用的部位,不得用于有机溶剂作用的部位,不得用于高温和有明火作用的部位。

7.9.2 沥青类材料宜用于地下工程,不宜在室内大面积暴露采用。

7.10 防腐蚀涂料

7.10.1 防腐蚀面涂料的选择应符合下列规定:

1 当用于酸性介质环境时,宜选用聚氨酯、聚氯乙烯萤丹、高氯化聚乙烯、乙烯基酯、氯磺化聚乙烯、丙烯酸聚氨酯、聚氨酯沥青、氯化橡胶、氟碳等涂料;

当用于弱酸性介质环境时,可选用环氧、丙烯酸环氧和环氧沥青、醇酸涂料;

2 当用于碱性介质环境时,宜选用环氧涂料,也可选用本条第1款所列的其他涂料,但不得选用醇酸涂料;

3 当用于室外环境时,可选用丙烯酸聚氨酯、脂肪族聚氨酯、聚氯乙烯萤丹、氟碳、氯磺化聚乙烯、高氯化聚乙烯、氯化橡胶、聚硅氧烷和醇酸等涂料,不应选用环氧、环氧沥青、聚氨酯沥青和芳香族聚氨酯和乙烯基酯等涂料;

4 当用于地下工程时，宜采用环氧沥青、聚氨酯沥青等涂料；

5 当对涂层的耐磨、耐久和抗渗性能有较高要求时，宜选用树脂玻璃鳞片涂料；

6 在含氟酸介质腐蚀环境下，不应采用树脂玻璃鳞片涂料。可采用聚氯乙烯含氟萤丹涂料或不含二氧化硅颜填料的乙烯基酯树脂涂料。

7.10.2 底涂料的选择应符合下列规定：

1 锌、铝和含锌、铝金属层的钢材，其表面应采用环氧底涂料封闭；底涂料的颜料应采用锌黄类，不得采用红丹类；

2 在有机富锌或无机富锌底涂料上，宜采用环氧云铁或环氧铁红的涂料，不得采用醇酸涂料；

3 在水泥砂浆或混凝土表面上，应选用耐碱的底涂料。

7.10.3 防腐蚀涂料的底涂料、中间涂料和面涂料等，应选用相互间结合良好的涂层配套，并应符合下列规定：

1 涂层与钢铁基层的附着力不宜低于5MPa，涂层与水泥基层的附着力不宜低于1.5MPa；附着力的测试方法宜采用拉开法，应符合现行国家标准《色漆和清漆　拉开法附着力试验》GB/T 5210 的规定；

2 当涂层与基层的附着力采用拉开法测试确有困难时，且涂层厚度不大于250μm时，可采用划格法进行测试，其附着力不宜低于1级；划格法应符合现行国家标准《色漆和清漆　漆膜的划格试验》GB/T 9286 的规定。

7.10.4 常用防腐蚀涂层配套可按本标准附录C选用。

附录A　常用材料的耐腐蚀性能

A.0.1　耐腐蚀块材、塑料、聚合物水泥砂浆、沥青类、水玻璃类材料和弹性嵌缝材料的耐腐蚀性能宜按表A.0.1确定。

表A.0.1　耐腐蚀块材、塑料、聚合物水泥砂浆、沥青类、水玻璃类材料和弹性嵌缝材料的耐腐蚀性能

介质名称	花岗石	耐酸砖	硬聚氯乙烯板	氯丁胶乳水泥砂浆	聚丙烯酸酯乳液水泥砂浆	环氧乳液水泥砂浆	沥青类材　料	水玻璃类材料	氯磺化聚乙烯胶泥
硫酸(%)	耐	耐	≤70耐	不耐	≤2 尚耐	≤10 尚耐	≤50耐	耐	≤40耐
盐酸(%)	耐	耐	耐	≤2尚耐	≤5 尚耐	≤10 尚耐	≤20耐	耐	≤20耐
硝酸(%)	耐	耐	≤50耐	≤2 尚耐	≤5 尚耐	≤5 尚耐	≤10耐	耐	≤15耐
醋酸(%)	耐	耐	≤60耐	≤2 尚耐	≤5 尚耐	≤10 尚耐	≤40耐	耐	—
铬酸(%)	耐	耐	≤50耐	≤2 尚耐	≤5 尚耐	≤5 尚耐	≤5 尚耐	耐	—
氢氟酸(%)	不耐	不耐	≤40耐	≤2 尚耐	≤5 尚耐	≤5 尚耐	≤5耐	不耐	≤15耐
氢氧化钠(%)	≤30耐	耐	耐	≤20 尚耐	≤20 尚耐	≤30 尚耐	≤25耐	不耐	≤20耐
碳酸钠	耐	耐	耐	尚耐	尚耐	耐	耐	不耐	—
氨水	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	不耐	—
尿素	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	不耐	—
氯化铵	耐	耐	耐	尚耐	尚耐	耐	耐	尚耐	—
硝酸铵	耐	耐	耐	尚耐	尚耐	尚耐	耐	尚耐	—
硫酸钠	耐	耐	耐	尚耐	尚耐	耐	耐	尚耐	—

续表 A.0.1

介质名称	花岗石	耐酸砖	硬聚氯乙烯板	氯丁胶乳水泥砂浆	聚丙烯酸酯乳液水泥砂浆	环氧乳液水泥砂浆	沥青类材料	水玻璃类材料	氯磺化聚乙烯胶泥
丙酮	耐	耐	不耐	耐	尚耐	耐	不耐	有渗透作用	—
乙醇	耐	耐	耐	耐	耐	耐	不耐		—
汽油	耐	耐	耐	耐	尚耐	耐	不耐		—
苯	耐	耐	不耐	耐	耐	耐	不耐		—
5%硫酸和5%氢氧化钠交替作用	耐	耐	耐	不耐	不耐	尚耐	耐	不耐	耐

注：1 表中介质为常温，%系指介质的质量浓度百分比；

2 表中水玻璃类材料对氯化铵、硝酸铵、硫酸钠的“尚耐”，仅适用于密实型水玻璃类材料。

A.0.2 树脂类材料的耐腐蚀性能宜按表 A.0.2 确定。

表 A.0.2 树脂类材料的耐腐蚀性能

介质名称	环氧类材料	酚醛类材料	不饱和聚酯类材料				乙烯基酯类材料	糠醇糠醛型呋喃类材料
			双酚 A 型	邻苯型	间苯型	二甲苯型		
硫酸(%)	≤60 耐	≤70 耐	≤70 耐	≤50 耐	≤50 耐	≤70 耐	≤70 耐	≤60 耐
盐酸(%)	≤31 耐	耐	耐	≤20 耐	≤31 耐	≤31 耐	耐	≤20 耐
硝酸(%)	≤10 尚耐	≤10 尚耐	≤40 耐	≤5 耐	≤20 耐	≤40 耐	≤40 耐	≤10 耐
磷酸(%)	尚耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐
醋酸(%)	≤10 耐	耐	≤40 耐	≤30 耐	≤40 耐	≤40 耐	≤40 耐	≤20 耐
铬酸(%)	≤10 尚耐	≤20 耐	≤20 耐	≤5 耐	≤10 耐	≤20 耐	≤20 耐	≤5 耐
氢氟酸(%)	≤5 尚耐	≤40 耐	≤40 耐	≤20 耐	≤30 耐	≤30 尚耐	≤30 耐	≤20 耐
氢氧化钠	耐	不耐	尚耐	不耐	尚耐	尚耐	尚耐	尚耐
碳酸钠	耐	尚耐	≤20 耐	不耐	尚耐	耐	耐	耐
氨水	耐	不耐	不耐	不耐	不耐	不耐	尚耐	尚耐
尿素	耐	耐	耐	耐	耐	尚耐	耐	耐
氯化铵	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐

续表 A.0.2

介质名称	环氧类材料	酚醛类材料	不饱和聚酯类材料				乙烯基酯类材料	糠醇糠醛型呋喃类材料
			双酚 A 型	邻苯型	间苯型	二甲苯型		
硝酸铵	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐
硫酸钠	耐	尚耐	尚耐	尚耐	尚耐	耐	耐	耐
丙酮	尚耐	不耐	不耐	不耐	不耐	不耐	不耐	不耐
乙醇	耐	尚耐	尚耐	不耐	尚耐	尚耐	尚耐	尚耐
汽油	耐	耐	耐	耐	耐	尚耐	耐	耐
苯	耐	耐	尚耐	不耐	尚耐	不耐	尚耐	耐
5%硫酸和5%氢氧化钠交替作用	耐	不耐	尚耐	不耐	尚耐	耐	耐	耐

注：表中介质为常温，%系指介质的质量浓度百分比。

附录B 常用材料的物理力学性能

B.0.1 聚合物水泥砂浆、沥青类和水玻璃类材料的物理力学性能宜按表B.0.1确定。

表B.0.1 聚合物水泥砂浆、沥青类和水玻璃类材料的物理力学性能

项目	氯丁胶乳水泥砂浆	聚丙烯酸乳液水泥砂浆	环氧乳液水泥砂浆	沥青类材料	钾水玻璃材料		钠水玻璃材料	
					普通型	密实型	普通型	密实型
抗压强度（MPa）不小于	20	30	35	砂浆、混凝土在50℃时1.0	砂浆20 混凝土20	砂浆25 混凝土25	砂浆15 混凝土20	砂浆20 混凝土25
抗拉强度（MPa）不小于	3.0	4.5	5.0	—	胶泥、砂浆3.0	胶泥、砂浆2.5	胶泥、砂浆2.5	胶泥、砂浆2.5
粘结强度（MPa）不小于	与水泥基层1.2 与钢铁基层2.0	与水泥基层1.2 与钢铁基层1.5	与水泥基层2.0 与钢铁基层2.0	胶泥与耐酸砖0.5	胶泥、砂浆与耐酸砖1.2 砂浆与水泥基层1.0		胶泥、砂浆与耐酸砖1.0	
抗渗等级（MPa）不小于	1.5	1.5	1.5	—	0.4	1.2	0.2	1.2
吸水率（%）不大于	4.0	5.5	4.0	砂浆1.5	10	3	15	—
使用温度（℃）不大于	60	60	80	50	300	100	300	100

注：1 水玻璃胶泥的吸水率系采用煤油吸收法测定；
2 表中使用温度系指无腐蚀条件下的温度；
3 普通型水玻璃类材料采用耐火集料时，其使用温度可以提高。

B.0.2 树脂类材料的物理力学性能宜按表B.0.2确定。

表B.0.2 树脂类材料的物理力学性能

项目		环氧类材料	酚醛类材料	不饱和聚酯类材料				乙烯基酯类材料	糠醇糠醛型呋喃类材料
				双酚A型	邻苯型	间苯型	二甲苯型		
抗压强度（MPa）不小于	胶泥	80	70	70	80	80	80	80	70
	砂浆	70	—	70	70	70	70	70	60
抗拉强度（MPa）不小于	胶泥	9	6	9	9	9	9	9	6
	砂浆	7	—	7	7	7	7	7	6
	纤维增强塑料	100	60	100	90	90	100	100	80
胶泥粘结强度（MPa）不小于	与耐酸砖	3	1	2.5	1.5	1.5	3	2.5	2.5
	与花岗石	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	与水泥基层	2.0	—	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	—
收缩率（%）不大于	胶泥	0.2	0.5	0.9	0.9	0.9	0.4	0.8	0.4
	砂浆	0.2	—	0.7	0.7	0.7	0.3	0.6	0.3
胶泥使用温度（℃）不大于		80	120	100	60	100	—	—	140

注：1 各种树脂胶泥、纤维增强塑料的吸水率不大于0.2%，砂浆的吸水率不大于0.5%；

2 表中使用温度是指无腐蚀条件下的温度；

3 乙烯基酯树脂胶泥的使用温度与品种有关，为80℃～120℃；

4 二甲苯型不饱和聚酯树脂胶泥的使用温度与品种有关，为65℃～85℃。

附录C 防腐蚀涂层配套

C.0.1 当涂层用于室外时，涂料的品种应符合本标准第7.10节的规定，且涂层的总厚度宜增加(20～40)μm。

C.0.2 在气态和固态粉尘介质作用下，钢材表面防腐蚀涂层配套可按表C.0.2选用。

表C.0.2 钢材表面防腐蚀涂层配套

涂层名称	除锈等级	底层			中间层			面层			涂层总厚度(μm)	涂层使用年限(a)		
		涂料名称	遍数	厚度(μm)	涂料名称	遍数	厚度(μm)	涂料名称	遍数	厚度(μm)		强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
氯化橡胶涂层	不低于Sa2或St3	氯化橡胶底涂料	2	60	—	—	—	氯化橡胶面涂料	3	100	160	—	—	2～5
			3	100					4	100	200	—	2～5	6～10
			3	100					4	140	240	2～5	6～10	11～15
		环氧铁红底涂料	2	60	环氧云铁中间涂料	1	80		2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	60		1	80		3	100	240	6～10	11～15	>15
	Sa2$\frac{1}{2}$	环氧富锌底涂料	2	70		1	70		2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	70		1	70		3	100	240	6～10	11～15	>15
			2	70		2	110		3	100	280	11～15	>15	>15
氯磺化聚乙烯涂层	不低于Sa2或St3	氯磺化聚乙烯底涂料	2	60	—	—	—	氯磺化聚乙烯面涂料	2	60	120	—	—	2～5
			2	60					3	100	160	—	2～5	6～10
			3	100					3	100	200	2～5	6～10	11～15
		环氧铁红底涂料	2	60	环氧云铁中间涂料	1	80		2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	60		1	80		3	100	240	6～10	11～15	>15
氯磺化聚乙烯涂层	Sa2$\frac{1}{2}$	环氧富锌底涂料	2	70	环氧云铁中间涂料	1	70	氯磺化聚乙烯面涂料	2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	70		1	70		3	100	240	6～10	11～15	>15
			2	70		2	110		3	100	280	11～15	>15	>15

续表 C.0.2

涂层名称	除锈等级	底层			中间层			面层			涂层总厚度（μm）	涂层使用年限(a)		
		涂料名称	遍数	厚度（μm）	涂料名称	遍数	厚度（μm）	涂料名称	遍数	厚度（μm）		强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
高氯化聚乙烯涂层	不低于Sa2或St3	高氯化聚乙烯底涂料	2	60	—	—	—	高氯化聚乙烯面涂料	2	60	120	—	—	2～5
			2	60					3	100	160	—	2～5	6～10
			3	100					3	100	200	2～5	6～10	11～15
		环氧铁红底涂料	2	60	环氧铁红中间涂料	1	80		2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	60		1	80		3	100	240	6～10	11～15	>15
	$Sa2\frac{1}{2}$	环氧富锌底涂料	2	70		1	70		2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	70		1	70		3	100	240	6～10	11～15	>15
			2	70		2	110		3	100	280	11～15	>15	>15
高氯化聚乙烯含氟萤丹涂层	不低于Sa2或St3	高氯化聚乙烯含氟萤丹底涂料	2	70	—	—	—	高氯化聚乙烯含氟萤丹面涂料	2	50	120	2～5	6～10	11～15
			2	80					3	80	160	6～10	11～15	>15
	$Sa2\frac{1}{2}$		3	120					3	80	200	11～15	>15	>15
			3	120					4	120	240	>15	>15	>15
聚氯乙烯萤丹涂层	Sa2	聚氯乙烯萤丹底涂料	2	70	—	—	—	聚氯乙烯萤丹面涂料	2	60	130	6～10	6～10	11～15
			3	100					2	60	160	6～10	11～15	>15
			3	100					3	80	180	11～15	>15	>15
聚氯乙烯含氟萤丹涂层	Sa2	聚氯乙烯含氟萤丹底涂料	2	70	—	—	—	聚氯乙烯含氟萤丹面涂料	2	60	130	6～10	11～15	>15
			3	100					2	60	160	11～15	>15	>15
			3	100					3	80	180	>15	>15	>15
聚氨酯涂层	不低于Sa2或St3	聚氨酯底涂料	2	60	—	—	—	聚氨酯面涂料	2	60	120	—	—	2～5
			2	60					3	100	160	—	2～5	6～10
			3	100					3	100	200	2～5	6～10	11～15
		环氧铁红底涂料	2	60	环氧云铁中间涂料	1	80		3	100	240	6～10	11～15	>15
			2	60		2	120		3	100	280	11～15	>15	>15

续表 C.0.2

涂层名称	除锈等级	底层			中间层			面层			涂层总厚度(μm)	涂层使用年限(a)		
		涂料名称	遍数	厚度(μm)	涂料名称	遍数	厚度(μm)	涂料名称	遍数	厚度(μm)		强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
聚氨酯涂层	$Sa2\frac{1}{2}$	环氧富锌底涂料	2	70	环氧云铁中间涂料	1	70	聚氨酯面涂料	2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	70		1	70		3	100	240	6～10	11～15	＞15
			2	70		2	110		3	100	280	11～15	＞15	＞15
			2	70		2	150		3	100	320	＞15	＞15	＞15
丙烯酸聚氨酯涂层	不低于Sa2或St3	丙烯酸聚氨酯底涂料	2	60	—	—	—	丙烯酸聚氨酯面涂料	2	60	120	—	—	2～5
			2	60					3	100	160	—	2～5	6～10
			3	100					3	100	200	2～5	6～10	11～15
		环氧铁红底涂料	2	60	环氧云铁中间涂料	1	80		3	100	240	6～10	11～15	＞15
			2	60		2	120		3	100	280	11～15	＞15	＞15
	$Sa2\frac{1}{2}$	环氧富锌底涂料	2	70		1	70		2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	70		1	70		3	100	240	6～10	11～15	＞15
			2	70		2	110		3	100	280	11～15	＞15	＞15
			2	70		2	150		3	100	320	＞15	＞15	＞15
环氧涂层	不低于Sa2或St3	环氧铁红底涂料	2	60	—	—	—	环氧面涂料	2	60	120	—	—	2～5
			2	60					3	100	160	—	2～5	6～10
			3	100					3	100	200	2～5	6～10	11～15
			2	60	环氧云铁中间涂料	1	80		2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	60		1	80		3	100	240	6～10	11～15	＞15
	$Sa2\frac{1}{2}$	环氧富锌底涂料	2	70		1	70		2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	70		1	70		3	100	240	6～10	11～15	＞15
			2	70		2	110		3	100	280	11～15	＞15	＞15
			2	70		2	150		3	100	320	＞15	＞15	＞15

续表 C.0.2

涂层名称	除锈等级	底层			中间层			面层			涂层总厚度（μm）	涂层使用年限(a)		
		涂料名称	遍数	厚度（μm）	涂料名称	遍数	厚度（μm）	涂料名称	遍数	厚度（μm）		强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
丙烯酸环氧涂层	不低于Sa2或St3	丙烯酸环氧底涂料	2	60	—	—	—	丙烯酸环氧面涂料	2	60	120	—	—	2～5
			2	60					3	100	160	—	2～5	6～10
			3	100					3	100	200	2～5	6～10	11～15
		环氧铁红底涂料	2	60	环氧云铁中间涂料	1	80		3	100	240	6～10	11～15	＞15
			2	60		2	120		3	100	280	11～15	＞15	＞15
	Sa2$\frac{1}{2}$	环氧富锌底涂料	2	70		1	70		2	60	200	2～5	6～10	11～15
			2	70		1	70		3	100	240	6～10	11～15	＞15
			2	70		2	110		3	100	280	11～15	＞15	＞15
			2	70		2	150		3	100	320	＞15	＞15	＞15
乙烯基酯（鳞片）涂层	Sa2$\frac{1}{2}$	乙烯基酯底涂料	2	70				乙烯基酯（鳞片）面涂料	2	160	230	2～5	6～10	11～15
醇酸涂层	St2	醇酸底涂料	2	60	—	—	—	醇酸面涂料	2	60	120	—	—	2～5
	不低于Sa2或St3		2	60					3	100	160	—	2～5	6～10
			3	100					3	100	200	—	6～10	6～10
丙烯酸涂层	St2	丙烯酸底涂料	2	60	—	—	—	丙烯酸面涂料	2	60	120	—	—	2～5
	不低于Sa2或St3		2	60					3	100	160	—	2～5	6～10
			3	100					3	100	200	—	6～10	6～10
氟碳涂层	Sa2$\frac{1}{2}$	环氧富锌底涂料	2	70	环氧云铁中间涂料	1	60	氟碳面涂料	2	70	200	6～10	11～15	＞15
			2	70		2	100		2	70	240	11～15	＞15	＞15
			2	70		2	140		2	70	280	＞15	＞15	＞15
			2	70		2	180		2	70	320	＞15	＞15	＞15
			2	70	环氧玻璃鳞片中间涂料	1	100		2	70	240	11～15	＞15	＞15
			2	70		2	200		2	70	340	＞15	＞15	＞15

注：1　表中以面层涂料的品种作为涂层的名称；

2　聚氨酯和丙烯酸聚氨酯涂料均为脂肪族。

C.0.3 在气态介质作用下，混凝土和水泥砂浆表面防腐蚀涂层配套可按表C.0.3选用。

表C.0.3 混凝土和水泥砂浆表面防腐蚀涂层配套

涂层名称	基层处理	底层			面层			涂层总厚度（μm）	涂层使用年限(a)		
		涂料名称	遍数	厚度（μm）	涂料名称	遍数	厚度（μm）		强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
氯化橡胶涂层	稀释的面涂料或稀释的环氧面涂料1遍，然后用腻子料局部找平	氯化橡胶底涂料	1	30	氯化橡胶面涂料	2	60	90	—	2～5	6～10
			2	60		2	60	120	2～5	6～10	11～15
			2	60		3	100	160	6～10	11～15	>15
			3	100		3	100	200	11～15	>15	>15
氯磺化聚乙烯涂层		氯磺化聚乙烯底涂料	1	30	氯磺化聚乙烯面涂料	2	60	90	—	2～5	6～10
			2	60		2	60	120	2～5	6～10	11～15
			2	60		3	100	160	6～10	11～15	>15
			3	100		3	100	200	11～15	>15	>15
高氯化聚乙烯涂层		高氯化聚乙烯底涂料	1	30	高氯化聚乙烯面涂料	2	60	90	—	2～5	6～10
			2	60		2	60	120	2～5	6～10	11～15
			2	60		3	100	160	6～10	11～15	>15
			3	100		3	100	200	11～15	>15	>15
高氯化聚乙烯含氟萤丹涂层	按国家现行标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212的要求	高氯化聚乙烯含氟萤丹底涂料	1	40	高氯化聚乙烯含氟萤丹面涂料	2	60	100	2～5	6～10	11～15
			2	60		2	60	120	6～10	11～15	>15
			2	60		3	120	180	11～15	>15	>15
聚氯乙烯萤丹涂层		聚氯乙烯萤丹底涂料	1	40	聚氯乙烯萤丹面涂料	2	60	100	6～10	11～15	>15
			2	60		2	60	120	11～15	>15	>15
			3	120		2	60	160	>15	>15	>15
聚氯乙烯含氟萤丹涂层		聚氯乙烯含氟萤丹底涂料	1	40	聚氯乙烯含氟萤丹面涂料	2	60	100	6～10	11～15	>15
			2	60		2	60	120	11～15	>15	>15
			3	120		2	60	160	>15	>15	>15

续表 C.0.3

涂层名称	基层处理	底层			面层			涂层总厚度(μm)	涂层使用年限(a)		
		涂料名称	遍数	厚度(μm)	涂料名称	遍数	厚度(μm)		强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
聚氨酯涂层	稀释的环氧面涂料1遍，然后用腻子料局部找平	聚氨酯环氧底涂料	2	60	聚氨脂面涂料	2	60	120	2～5	6～10	11～15
			2	60		3	100	160	6～10	11～15	>15
			3	100		3	100	200	11～15	>15	>15
丙烯酸聚氨酯涂层		丙烯酸聚氨酯底涂料	2	60	丙烯酸聚氨酯面涂料	2	60	120	2～5	6～10	11～15
			2	60		3	100	160	6～10	11～15	>15
			3	100		3	100	200	11～15	>15	>15
环氧涂层		环氧底涂料	2	60	环氧面涂料	2	60	120	2～5	6～10	11～15
			2	60		3	100	160	6～10	11～15	>15
			3	100		3	100	200	11～15	>15	>15
丙烯酸环氧涂层		丙烯酸环氧底涂料	2	60	丙烯酸环氧面涂料	2	60	120	2～5	6～10	11～15
			2	60		3	100	160	6～10	11～15	>15
			3	100		3	100	200	11～15	>15	>15
醇酸涂层		醇酸底涂料	1	30	醇酸面涂料	2	60	90	—	2～5	6～10
			2	60		2	60	120	2～5	6～10	11～15
丙烯酸涂层	腻子料局部找平	丙烯酸底涂料	1	30	丙烯酸面涂料	2	60	90	—	2～5	6～10
			2	60		2	60	120	2～5	6～10	11～15
普遍内外墙涂层		普通内外墙涂料2遍						60	—	2～5	6～10

C.0.4 涂层地面构造可按表 C.0.4 选用。

表 C.0.4 涂层地面构造

涂层地面名称	涂层地面总厚度	涂层地面构造			涂层地面使用年限(a)		
		底层	中间层	面层	强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
环氧厚涂层地面	300μm	环氧封底料2遍	—	环氧厚涂料，厚300μm	—	2～5	2～5
	500μm			环氧厚涂料，厚500μm	—	2～5	2～5
	1mm			环氧厚涂料，厚1mm	2～5	2～5	6～10

续表 C.0.4

涂层地面名称	涂层地面总厚度	涂层地面构造			涂层地面使用年限(a)		
		底层	中间层	面层	强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
环氧自流平涂层地面	1mm	环氧封底料2遍	—	环氧自流平涂料,厚1mm	2～5	2～5	6～10
	2mm			环氧自流平涂料,厚2mm	2～5	2～5	6～10
	3mm		环氧纤维增强塑料,厚2mm	环氧自流平涂料,厚1mm	6～10	6～10	11～15
	6mm		环氧砂浆,厚5mm		6～10	6～10	11～15
	8mm	环氧纤维增强塑料,厚1mm	环氧砂浆,厚6mm	环氧自流平涂料,厚1mm	6～10	6～10	11～15
乙烯基酯厚涂层地面	300μm	乙烯基酯封底料2遍	—	乙烯基酯厚涂料,厚300μm	—	2～5	2～5
	500μm			乙烯基酯厚涂料,厚500μm	—	2～5	2～5
	1mm			乙烯基酯厚涂料,厚1mm	2～5	2～5	6～10
聚氯乙烯含氟萤丹涂层地面	2mm	聚氯乙烯含氟萤丹封底料2遍	乙烯基酯砂浆,厚2mm	聚氯乙烯含氟萤丹面涂料2遍	2～5	6～10	6～10
	3mm		乙烯基酯砂浆,厚3mm		6～10	6～10	11～15
	5mm		聚氯乙烯含氟萤丹砂浆,厚5mm		6～10	6～10	11～15
环氧玻璃鳞片涂层地面	300μm	环氧封底料2遍	—	环氧玻璃鳞片面涂料,厚300μm	—	2～5	2～5
	500μm			环氧玻璃鳞片面涂料,厚500μm	—	2～5	2～5
	3mm		环氧纤维增强塑料,厚2mm	环氧玻璃鳞片面涂料,厚1mm	6～10	6～10	11～15
	6mm		环氧砂浆,厚5mm		6～10	6～10	11～15

续表 C.0.4

涂层地面名称	涂层地面总厚度	涂层地面构造			涂层地面使用年限(a)		
		底层	中间层	面层	强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
环氧玻璃鳞片涂层地面	300μm	环氧封底料2遍	—	环氧玻璃鳞片面涂料，厚300μm	—	2～5	2～5
乙烯基酯玻璃鳞片涂层地面	300μm	乙烯基酯封底料2遍	—	乙烯基酯玻璃鳞片涂料，厚300μm	—	2～5	2～5
	500μm			乙烯基酯玻璃鳞片涂料，厚500μm	—	2～5	2～5
	1mm		乙烯基酯玻璃鳞片胶泥，厚1mm	乙烯基酯玻璃鳞片面涂料1遍	2～5	2～5	6～10
	2mm		乙烯基酯玻璃鳞片胶泥，厚2mm		2～5	2～5	6～10
	3mm		乙烯基酯纤维增强塑料，厚2mm		6～10	6～10	6～10
	6mm		乙烯基酯砂浆，厚5mm		6～10	6～10	6～10
聚脲涂层地面	1mm	封底料2遍	—	聚脲涂料，厚1mm	—	2～5	6～10
	2mm			聚脲涂料，厚2mm	2～5	6～10	11～15
	3mm			聚脲涂料，厚3mm	2～5	6～10	11～15

附录D　树脂砂浆和树脂混凝土线收缩率试验检验方法

D.0.1　检测工具可采用下列仪器设备：

1　钢制模具；

2　卷尺(10m)；

3　不锈钢公制塞尺(0.02～1.0)mm；

4　游标卡尺；

5　干湿温度计。

D.0.2　试验和检验环境温度宜为5℃～30℃，湿度不宜大于85%。

D.0.3　模具结构和尺寸应符合下列规定：

1　模具应为钢制T型结构，由试验段和横向约束段组成，试验段的长度为(5000±5)mm，约束段的长度为(1000±5)mm；

2　试验段模腔横截面为半圆形，半圆形截面的直径为100mm；约束段模腔横截面为矩形，矩形截面高50mm，宽100mm；

3　模腔内表面应打磨抛光处理，形成光滑内表面；

4　线收缩率试验检验模具结构和尺寸宜符合图D.0.3。

D.0.4　试验检验应符合下列规定：

1　试验性树脂砂浆料应填满模腔中，振捣密实、抹平收光后成型固化；

2　固化完成后，采用游标卡尺或塞尺测量试件与挡板之间的间距。

D.0.5　树脂砂浆或树脂混凝土的线收缩率应按下式计算：

$$S=\frac{L_S}{L_0}\times 100\% \qquad (D.0.5)$$

式中：L_S——固化收缩量(mm)；

L_0——试验段模腔的长度(mm)。

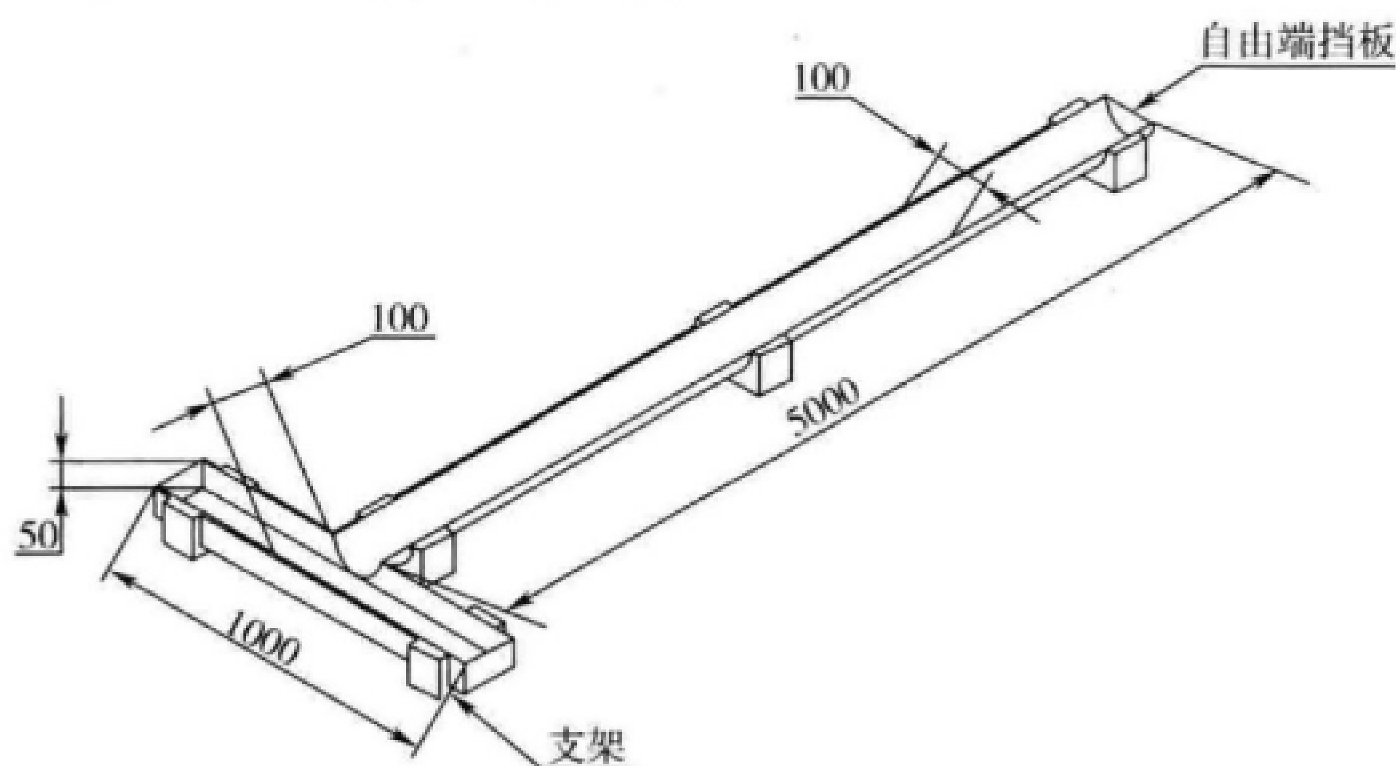


图 D.0.3 线收缩率试验检验模具图

D.0.6 试验检验步骤应符合下列规定：

1 记录环境温度和湿度；

2 将模具放置水平，并将模腔内表面清理干净，然后用卷尺测量模腔长度 L_0，选取三个不同位置的点进行测量，以平均值作为最终值；

3 在模腔内表面铺设一层 0.2mm 厚的塑料薄膜，以最大限度地保证试件在固化收缩时能够自由滑动；

4 将混配好的树脂砂浆料填充到模腔中，然后振捣密实、抹面收光，尤其要将自由端挡板处的物料刮抹平整，以便准确测量固化收缩量；

5 待树脂砂浆固化成型，且试件和模具温度恢复至常温后，观察并测量固化收缩量 L_S；

6 当固化收缩量较大时，应采用游标卡尺进行测量；当固化收缩量较小时，应采用塞尺进行测量；应选取三个不同位置的点进行测量，以平均值作为最终值；

7 计算线收缩率。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《岩土工程勘察规范》GB 50021

《建筑地面设计规范》GB 50037

《烟囱设计规范》GB 50051

《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068

《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082

《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212

《盐渍土地区建筑技术规范》GB/T 50942

《色漆和清漆　拉开法附着力试验》GB/T 5210

《色漆和清漆　漆膜的划格试验》GB/T 9286

《色漆和清漆　防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护　第3部分:设计依据》GB/T 30790.3

《建筑桩基技术规范》JGJ 94

中华人民共和国国家标准

工业建筑防腐蚀设计标准

GB/T 50046 - 2018

条文说明

编 制 说 明

《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046—2018，经住房城乡建设部2018年9月11日以第205号公告批准发布。

本标准是在《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046—2008的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国寰球工程公司，参编单位是化学工业第二设计院、中广电广播电影电视设计研究院、中国航空工业规划设计研究院、华东理工大学华昌聚合物有限公司、中冶集团建筑研究总院、中国有色工程设计研究总院、中国石化工程建设公司、上海富晨化工有限公司、中国建筑材料科学研究总院、黄石市汇波防腐技术有限公司、扬州美涂士金陵特种涂料有限公司、江苏兰陵化工集团有限公司、张家港顺昌化工有限公司、临海市龙岭化工厂、上海正臣防腐科技有限公司、浙江星岛防腐工程有限公司、河北太行花岗岩防腐装饰有限公司、河南省沁阳市太华防腐材料厂，主要起草人员是范迪恩、何进源、杨文君、熊威、曾晓庄、马洪娥、侯锐钢、王东林、王香国、方芳、陆士平、刘光华、白月、余波、卞大荣、陈春源、顾长春、钱计兴、刘文慧、林松新、田志民、杨南方。

本标准制订过程中，编制组进行了建筑工程和工业建筑的腐蚀与防护的调查研究，总结了我国有色冶金、石油化工行业工程建设腐蚀与防护的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过对不同配合比的混凝土所做的耐久性试验，取得了混凝土耐久性重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《工业建筑防腐蚀设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的

目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

本标准历次版本发布情况为：《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046—1995、《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046—2008。

目　　次

1 总　　则

1.0.1 在化工、冶金、石油、化纤、机械、医药、轻工等许多工业部门的生产中，普遍存在着各种酸、碱、盐类腐蚀性介质，这些介质对建筑物和构筑物的构配件有不同程度的腐蚀破坏作用，本标准是从设计的角度对建筑、结构的布置和选型直至表面防护等采取一系列合理有效的技术措施，保证建筑结构构件的耐久性、安全性。

结构的设计使用年限，应按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 确定。

建筑防腐蚀措施主要采取提高结构构件自身耐久性（即一次防护）和采取附加措施（即二次防护）。有些附加措施（如钢结构的涂层）需根据防护层的使用年限，进行多次维护修理或更换才能满足设计使用年限的要求。

1.0.2 本标准主要是针对工业生产运行过程中常见的介质和自然界环境中腐蚀介质对建筑结构腐蚀的防护设计，因为在我们工作生活的环境中，腐蚀的范围很广，介质种类繁多，腐蚀形式多种多样，其他行业的腐蚀环境下的防护设计可参照执行。

由于科学技术不断发展，近年来涌现出许多新材料、新工艺，为了在工程中正确应用，标准组经过调研，对成熟可靠的新技术、新材料进行了明确的规定。

1.0.3 “预防为主”是指采取先进的工艺技术措施，采用密闭性好的设备和管道，做到工艺流程中无泄漏或少泄漏，并通过合理地布置生产设备和对腐蚀性介质进行有组织的回收或排放等技术，避免或减轻腐蚀性介质对建筑、结构的腐蚀。

“防护结合”是腐蚀性介质不可避免对建筑物、构筑物产生作用时，防腐蚀设计应根据介质的性质、含量、作用程度和防护层使

用年限等因素，因地制宜采取各种有效的保护措施，并在使用中经常维护。

建筑防腐蚀设计考虑的因素比较多，除了介质的种类、作用量、温度、环境条件等因素外，还要预估生产以后的管理水平和维修条件等，而且还应和工艺、设备、通风、排水等专业一起采取综合措施，才能取得较好的效果。

由于构件的表面防护比一般装修昂贵得多，因此，对重要构件和次要构件应区别对待，重要构件和维修困难、危及人身安全的部位应采用耐久性较高的保护措施。

1.0.4 本标准与现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 配套使用。与其他建筑结构规范配合使用时，凡处于工业腐蚀条件下，应遵守本标准的设计规定。

有些腐蚀环境，如杂散电流的腐蚀、冻融等自然环境下的腐蚀，应遵守国家现行有关标准的规定。

2 术　　语

2.0.1 在国内外有关的防腐蚀标准中，腐蚀性介质对建筑材料腐蚀性程度，有的分为 3 级，也有的分为 4 级或者更多级。本标准仍按原规范的规定，将腐蚀性程度分为 4 级(强、中、弱、微)，以与国内一些规范配套使用。

在自然界中，材料在使用过程中均存在不同程度的劣化现象，也就是说任何情况下都会有腐蚀，只是腐蚀的程度不同，无腐蚀是不存在的。微腐蚀并不是一点腐蚀都没有，而是指腐蚀很轻微、可忽略。

腐蚀性分级，尤其是对非金属材料的腐蚀性分级，至今尚无国内外的统一标准。因此除有约定外，不同规范中的"强腐蚀"，其内容也不尽相同。

2.0.2 防护层设计使用年限是预估的使用年限。要实现预估的使用年限，应从设计、施工、维护保养等各个环节上正确严格地把控。

"合理设计"是指建筑防腐蚀设计应以本标准为依据，正确分析设计条件，采取合理的防护措施。如果设计不合理，实际使用效果一定很差。例如，某肉类加工厂的地面为了防止脂肪酸的腐蚀作用而采用了耐酸混凝土(即水玻璃耐酸混凝土)；这种地面是耐脂肪酸的。但设计人员忽略了清洗地面时需要用碱水去掉油脂的要求，而水玻璃类材料是不耐碱性介质的，所以这块地面使用不久就被腐蚀破坏了。

"正确施工"是指建筑防腐蚀工程应以现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 为依据，精心施工，确保工程质量。防腐蚀工程的施工与一般建筑装饰工程的施工是有区别的，某防

腐蚀工程在混凝土面上施工防腐蚀涂层时采用普通装饰工程的油灰打底，虽然表面很平整，但使用不到3年，就成片脱落。

“正常使用和维护”是指防腐蚀工程的使用单位应提倡文明生产，制定相应的生产、管理制度。例如，某硝铵车间地面上的固态硝铵，应干扫去除，但却采用自来水冲洗，造成液态介质干湿交替作用腐蚀，使厂房损坏严重。

根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068的规定，“正常维护”应包括必要的检测、防护及维修。

防护层使用年限是预估的年限，不是防护层的实际使用年限。当使用年限超过预估使用年限时，应对防护层进行全面的评估，以确定是否需要维修或继续使用。一般情况下，当出现气泡、开裂、变色、粉化、脱落等现象后应进行及时维修。

2.0.6 混凝土在硫酸盐作用下会产生物理和化学的侵蚀，在干湿交替环境下，将加速腐蚀的进程。现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082规定了KS指标的检验方法，以干湿(浸烘)循环一定的次数后检查强度值确定，混凝土采用28d龄期进行试验。

3 基本规定

3.1 腐蚀性分级

3.1.1 腐蚀性介质按其存在形态可分为三大类:气态介质、液态介质和固态介质。各种介质应按其性质、含量和环境条件进行腐蚀性等级分类。凡标准中未列入的介质,由设计人员根据介质的性质和含量等情况按相近的介质确定类别。设计时应根据生产工艺条件确定腐蚀性介质的类别,为了便于使用,表1列举了各行业有腐蚀性生产厂房中一些建(构)筑物部位以及室外大气的腐蚀性介质类别。但由于生产工艺、设备的不断更新以及管理水平的差异,可能导致腐蚀的介质浓度以及泄漏程度等会有所变化,因此,此表仅供参考,腐蚀类别当有资料时,还应根据实际条件确定。

表1 生产部位腐蚀性介质类别举例

<table>
<tr><th rowspan="2">行业</th><th rowspan="2">生产部位名称</th><th rowspan="2">环境相对湿度(%)</th><th colspan="2">气态介质</th><th colspan="2">液态介质</th><th colspan="2">固态介质</th></tr>
<tr><th>名称</th><th>类别</th><th>名称</th><th>类别</th><th>名称</th><th>类别</th></tr>
<tr><td rowspan="9">化工</td><td>硫酸净化工段、吸收工段</td><td>—</td><td>二氧化硫</td><td>Q10</td><td>硫酸</td><td>Y1</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>硫酸街区大气</td><td>—</td><td>二氧化硫</td><td>Q11</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>稀硝酸泵房</td><td>—</td><td>氮氧化物</td><td>Q6</td><td>硝酸</td><td>Y1</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>浓硝酸厂房</td><td>—</td><td>氮氧化物</td><td>Q5</td><td>硝酸</td><td>Y1</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>食盐离子膜电解厂房</td><td>—</td><td>氯</td><td>Q2</td><td>氢氧化钠、氯化钠</td><td>Y7、16</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>盐酸吸收、盐酸脱吸</td><td>＞75</td><td>氯化氢</td><td>Q3</td><td>盐酸</td><td>Y1</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>氯碱街区大气</td><td>—</td><td>氯、氯化氢</td><td>Q2、4</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>碳酸钠碳化工段</td><td>—</td><td>二氧化碳、氨</td><td>Q16、17</td><td>碳酸钠、氯化钠</td><td>Y10、16</td><td>碳酸钠</td><td>G5</td></tr>
<tr><td>氯化铵滤铵机、离心机部位</td><td>—</td><td>氨</td><td>Q17</td><td>氯化铵母液</td><td>Y15</td><td>—</td><td>—</td></tr>
</table>

续表 1

行业	生产部位名称	环境相对湿度(%)	气态介质		液态介质		固态介质	
			名称	类别	名称	类别	名称	类别
化工	硫酸铵饱和部位	>75	硫酸酸雾、氨	Q12、17	硫酸、硫铵母液	Y1、11	—	—
	硝酸铵中和工段	—	氮氧化物、氨	Q6、17	硝酸、硝酸铵	Y1、13	—	—
	尿素散装仓库	60～75	氨	Q17	—	—	尿素	G8
	醋酸氧化工段、精馏工段	—	醋酸酸雾	Q14	醋酸	Y5	—	—
	氢氟酸反应工段	—	氟化氢	Q9	硫酸	Y1	—	—
石油化工	己内酰胺车间(环己酮羟胺法)	—	—	—	亚硝酸钠	Y12	亚硝酸钠	G8
	氯乙烯工段	—	氯化氢	Q4	盐酸	Y1	—	—
	精对苯二甲酸生产 PTA 工段	—	醋酸酸雾	Q15	醋酸	Y5	—	—
有色冶金	铜电解、铜电积、铜净液	>75	硫酸酸雾	Q12	硫酸、硫酸铜	Y1、11	—	—
	铜浸出	>75	硫酸酸雾	Q12	硫酸	Y1	硫酸铜	G7
	锌浸出、压滤、锌电解	>75	硫酸酸雾	Q12	硫酸、硫酸锌	Y1、参 Y11	—	—
	镍电解、镍净液、镍电积	>75	氯、氯化氢、硫酸酸雾	Q2、4、12	硫酸、盐酸	Y1	—	—
	钴电解、钴电积	>75	氯、硫酸酸雾	Q2、12	硫酸	Y1	—	—
	铅电解	60～75	硅氟酸酸雾	参 Q9	硅氟酸	参 Y4	—	—
	氟化盐制酸车间吸收塔部位	—	—	—	氢氟酸	Y4	—	—
	氧化铝叶滤厂房、分解过滤厂房	—	碱雾	Q18	氢氧化钠、碳酸钠	Y7、10	—	—
	镁浸出	—	氯、氯化氢	Q1、3	—	—	氯化镁	G6
机械	各种金属件的酸洗	>75	酸雾、碱雾	Q12、18	酸洗液、氢氧化钠	Y1、7	—	—
	电镀	>75	酸雾、碱雾	Q12、18	酸洗液、氢氧化钠	Y1、7	—	—

续表 1

行业	生产部位名称		环境相对湿度(%)	气态介质		液态介质		固态介质	
				名称	类别	名称	类别	名称	类别
医药	氯霉素生产的反应釜部位		—	氯、氯化氢	Q1、3	盐酸	Y1	—	—
医药	阿司匹林生产的离心机、反应釜部位		—	醋酸酸雾	Q14	醋酸	Y5	—	—
农药	甲基异氰酸酯合成、精制		—	氯化氢	Q4	—	—	—	—
农药	杀螟松生产的氯化物		—	氯化氢	Q3	氯化盐	Y15	—	—
化纤	粘胶纤维	熟成工段	—	硫化氢	Q7	氢氧化钠	Y8	—	—
化纤	粘胶纤维	酸站	—	氯、硫化氢	Q2、7	硫酸	Y1	—	—
化纤	粘胶纤维	纺丝间	>75	氯、硫化氢	Q2、7	硫酸	Y1	—	—
印染	漂炼		>75	氯化氢、二氧化硫、碱雾	Q4、11、18	氢氧化钠、次氯酸钠、亚硫酸钠	Y8、12	—	—
印染	染色调配、印花调浆		>75	醋酸酸雾、碱雾	Q15、18	醋酸、氢氧化钠、硫化碱	Y5、8	—	—
钢铁	酸洗		>75	氯化氢	Q3	硫酸	Y1	—	—
钢铁	半连轧酸洗槽		>75	硫酸酸雾	Q12	盐酸	Y1	—	—
制盐	硫酸钠溶解槽、蒸发部位		—	—	—	硫酸钠	Y11	硫酸钠	G3
制盐	氯化钠蒸发、干燥		—	—	—	氯化钠	Y16	氯化钠	G2
制糖	糖汁硫熏器及燃硫炉		—	二氧化硫	Q11	—	—	—	—
日用化工	洗衣粉生产的磺化部位、尾气排空管屋面附近		—	二氧化硫	Q11	硫酸、苯磺酸	Y1	—	—
日用化工	肥皂生产的化油槽、煮皂锅部位		>75	—	—	脂肪酸、氢氧化钠	Y6、7	—	—

续表 1

行业	生产部位名称		环境相对湿度(%)	气态介质		液态介质		固态介质	
				名称	类别	名称	类别	名称	类别
造纸	碱法、硫酸盐法化浆	蒸煮、洗选工段	—	硫化氢	Q8	硫化钠 氢氧化钠、 硫酸钠	Y8、11	—	—
		漂白、制漂工段	—	氯、 二氧化硫	Q1、11	硫酸、 氢氧化钠、 硫酸镁	Y1、7、11	硫酸镁、 氧化钙	G7
		苛化工段	—	碱雾	Q18	氢氧化钠、 碳酸钠	Y7、10	碳酸钙、 氧化钙	G1
	化学机械浆	化机浆车间	—	—	—	氢氧化钠、 亚硫酸钠	Y7、12	—	—
食品	乳制品收乳与预处理工段、酸牛乳车间、冰淇淋车间		—	—	—	硝酸、 乳酸、 氢氧化钠	Y1、6、8	—	—
	味精提取车间		—	氯化氢	Q4	盐酸、 氢氧化钠	Y1、8	—	—
制革	鞣制车间		>75	硫化氢、 铬酸气	Q7、 参 Q12	铬酸	Y1	—	—
其他	脱盐水站的酸储槽及投配排放部位		—	—	—	盐酸、硫酸	Y1	—	—

注:环境相对湿度表中未注明者,可按地区年平均相对湿度确定。

3.1.2 在介质环境中,建筑材料的腐蚀性等级与腐蚀性介质的成分、含量或浓度、潮润时间等综合因素有关。钢材以普通碳钢(Q235 钢)为基准。

一般从概念上可理解为:在强腐蚀条件下,材料腐蚀速度很快,构配件必须采取附加的防腐蚀措施,如有可能,可改用其他耐腐蚀性材料;在中等腐蚀条件下,材料有较快的腐蚀,应采用附加的防腐蚀措施;在弱腐蚀条件下,材料腐蚀较慢,可采用提高构件的自身质量,也可采取简易的附加防腐蚀措施;在微腐蚀条件下,材料腐蚀极慢,一般不需要进行额外的防腐蚀保护措施。

建筑材料是指建筑结构或构配件的常用材料，如钢筋混凝土、素混凝土、钢、铝、烧结砖砌体、木，其中烧结砖砌体的腐蚀性等级是综合烧结黏土砖和水泥砂浆的耐腐蚀性能而定的，预应力混凝土与钢筋混凝土的耐腐蚀性，虽有差异，但基本相同。

同一形态的多种介质同时作用某一部位时，腐蚀性等级应取最高者，但防护措施应综合满足各种不同的要求。例如：有酸碱作用的地面，一般说来，酸为强腐蚀，碱可能是中腐蚀，因此该地面的腐蚀性等级为强腐蚀，但该地面的防护要求，不但需要满足酸（强腐蚀）作用的要求，还需满足碱（中腐蚀）作用的要求。

3.1.3 环境相对湿度，是指在某一温度下空气中的水蒸气含量与该温度下空气中所能容纳的水蒸气最大含量的比值，以百分比表示。环境相对湿度应采用构配件所处部位的实际相对湿度，不能不加区别都采用工程所在地区年平均大气相对湿度值，例如，湿法冶炼车间的相对湿度常大于地区年平均相对湿度，而有热源辐射反应炉附近的相对湿度常小于地区年平均相对湿度。因此，在生产条件对相对湿度影响较小时才可采用工程所在地区的年平均相对湿度。

对于大气中水分的吸附能力，不同物质或同一物质的不同表面状态是不同的。当空气中相对湿度达到某一临界值时，水分在其表面形成水膜，从而促进了电化学过程的发展，表现出腐蚀速度剧增，此时的相对湿度值就称为某物质的临界相对湿度。值得注意的是金属的临界相对湿度还往往随金属表面状态不同而变化，如金属表面越粗糙，裂缝与小孔愈多，其临界相对湿度也愈低；当金属表面上沾有易于吸潮的盐类或灰尘等，其临界值也会随之降低。

表 3.1.4、表 3.1.6 和表 3.1.9 中环境相对湿度的取值主要依据钢材的腐蚀临界湿度确定，其他材料略有差异。

3.1.4 气态介质指各种腐蚀性气体、酸雾和碱雾（含碱水蒸气），主要作用于室内外的上部建筑结构及构配件，其腐蚀性与介质的

性质、含量以及环境相对湿度有关。

酸雾和碱雾本是以液体为分散相的气溶胶，但其腐蚀特征和作用部位更接近气态介质，因此列入气态介质范围内。酸雾、碱雾的含量仍以定性描述，目前尚不具备定量的条件。

表 3.1.4 中 Q12、Q13、Q14、Q15、Q18 所在行第三列介质含量为“经常”或“偶尔”作用。这里经常作用是指在一定的浓度范围内，同种腐蚀性介质经常或周期性作用，一般对建筑结构的腐蚀较重；偶尔作用是指同种腐蚀性介质不经常或间断作用，一般对建筑结构的腐蚀较轻。

3.1.5 液态介质指的是生产过程中直接作用或泄漏的液态介质，多作用于池、槽、地面和墙裙，是以介质不同性质和 pH 值或浓度进行分类的。

硫酸、盐酸、硝酸等无机酸的 pH 值为 1 时，其浓度约为 0.4%～0.6%。

当生产用水（包括污水）采用离子浓度分类时，地下工程其腐蚀性等级可按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 地下水的离子浓度进行分类。

3.1.6 固态介质包括碱、盐、腐蚀性粉尘和以固体为分散相的气溶胶，主要作用于地面、墙面和地面以上的建筑结构及构配件。固态介质只在溶解后才对建筑材料产生腐蚀，因此，腐蚀程度与水和环境相对湿度有关。不溶和难溶的固体基本上不具腐蚀性，完全溶解后的易溶固体按液态介质进行腐蚀性评定；处于户外部分的易溶固体因有雨水作用，按液态介质考虑。在无水环境中，固体吸湿性大小与环境相对湿度有关，易吸湿的固体在环境相对湿度大于 60%时通常都会有不同程度地吸湿后潮解成半液体状或局部溶解。

3.1.7 酸雨是指 pH 值小于 5.6 的自然降水（包括雨、雪、霜、雾、雹、霰等）。酸雨区按其年均降水 pH 值和酸雨率（酸雨次数与降雨次数之比），可分为五级，见表 2。

表 2 酸雨区的划分

地区名称	年均降水 pH 值	酸雨率(%)
非酸雨区	≥5.60	0～20
轻酸雨区	5.30～5.60	10～40
中度酸雨区	5.00～5.30	30～60
较重酸雨区	4.70～5.00	50～80
重酸雨区	＜4.70	70～100

酸雨会引起金属材料和水泥、混凝土、石材等非金属材料腐蚀破坏。据某酸雨地区测定，钢材的腐蚀速率达 200μm/a，混凝土的腐蚀速率达 400μm/a。

3.1.8 为了确定腐蚀性等级，如无法取得环境腐蚀介质条件下，可采用标准试样的暴露试验。本标准推荐采用将标准试样在工作环境中暴露一年后的质量或厚度损失量来确定腐蚀性等级。标准试样的尺寸和处理要求见现行国家标准《黑色金属室外大气暴露试验方法》GB/T 14165。

国际标准 ISO 12944 和现行国家标准《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第 2 部分：环境分类》GB/T 30790.2 给出的大气腐蚀性等级分为 C1、C2、C3、C4、C5-I 和 C5-M，为了简化和便于工程应用，以及与本标准规定的腐蚀性等级对应，这里做了一定的归并。

3.1.9 影响钢材在大气中腐蚀的关键因素是形成潮气薄膜时间和大气中腐蚀性介质的含量，在相同湿度环境下，腐蚀性介质含量越高腐蚀速度越快，腐蚀性介质的腐蚀性与大气湿度有很大关系，湿度越高，腐蚀速度越快。沿海地区大气中含有一定量的氯化物，大气腐蚀程度与地区的温度、湿度、地域、地貌、风向、风力和海水的成分、浓度等因素有关。依据国内外的有关资料和实地调研，给出了沿海地区钢材腐蚀性强度等级。如当地无参考的工程实践经验，可按此确定。

3.1.10 本标准没有规定水、土对建筑材料的腐蚀性等级。水、土

中腐蚀性介质对混凝土和钢筋的腐蚀强度统一按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 执行。

3.1.11 干湿交替作用的情况多种多样。地面受液态介质作用，时干时湿属于干湿交替作用；在高透水土层下，基础和桩基础在地下水位变化的部位，有可能存在干湿交替作用；建筑物在地面标高上下各 1m 的范围内，也容易出现干湿交替作用；储槽、污水池、排水沟在液面变化的部位，也有干湿交替作用。

在介质的干湿交替作用下，材料会加速腐蚀；但不同的干湿交替作用情况，加速腐蚀的程度是不同的。如果干湿交替作用能产生介质的积聚、浓缩（如构件一个侧面与硫酸根离子液态介质接触，而另一个侧面暴露在大气中），则腐蚀速度快。如果干湿交替作用基本上不能产生介质的积聚、浓缩（如土壤深处地下水位的变化对桩身的腐蚀），则腐蚀速度较慢。由于干湿交替作用的情况不同，因此其加强防护的措施也应有所区别。

3.1.12 微腐蚀环境下，材料腐蚀很缓慢，因此构配件可按正常环境下进行设计，设计者根据情况，可不采取本标准所规定的防护措施。

3.2 总平面及建筑布置

3.2.1 工程实践表明，大量散发腐蚀性气体或粉尘的生产装置对邻近建筑物和装置的设备仪表均有影响，总平面布置合理对减轻腐蚀极为有利，其中风向和风频是主要考虑因素；由于有一些地区的最大风频与次风频是正对的，所以这些生产装置应布置在厂区全年最小频率风向的上风侧，而不应是最大风频的下风侧。总平面布置时，除了考虑厂区内各街区之间的影响外，也要考虑相邻工厂之间的相互影响。实践证明，在正常情况下，地下水的扩散影响较小，因此没有强调提出。

3.2.2 “设备”也包括储罐、储槽等。腐蚀性溶液的大型储罐发生过泄漏事故，这类储罐如果设在厂房内或靠近基础，一旦发生泄

漏，腐蚀严重，其后果往往会造成地基沉陷或鼓胀，很难维修加固。

设围堤是针对突发性大量腐蚀性液体外漏事故时防止造成次生灾害的措施。围堤应采用有一定耐腐蚀性能的材料，要能保持溶液在短时间内不致大量流失，才能及时采取回收措施。

3.2.3 建筑的形式，如厂房开敞和半开敞的问题，虽然从厂房而言是有利于稀释腐蚀性气体而减轻了腐蚀，但是开敞除应符合环保和生产、检修条件外，还应注意当厂房开敞后的雨水作用，特别是有腐蚀性粉尘条件下，反而会加剧腐蚀。

3.2.4 调查表明，在液态介质作用的楼层，容易因渗漏（尤其是在孔洞周围和地漏附近）对下层的顶棚、墙面，甚至设备和电线等造成腐蚀。控制室和配电室若与具有腐蚀性的场所直接相通，气体、粉尘会逸入室内，液体会被带入（如从鞋底）。控制室和配电室内的仪表和配线对腐蚀比较敏感，一旦腐蚀，后果严重。

3.2.5 将同类腐蚀性介质的设备相应集中，能减少或避免不同腐蚀性介质的交替作用，简化设防，减少选材上的困难。

地下室的地面标高较低，排除地面上腐蚀性液体困难较大，而且通风条件差，难以排除腐蚀性气体或粉尘。因此，将有腐蚀性介质的设备布置在地下室，客观上给防腐蚀造成困难。

3.2.6 局部设防是为了缩小腐蚀影响，减少设防范围。气态介质和固态粉尘主要用隔墙隔开，液态介质主要在地面设置挡水。

3.2.7 大量实例表明，强腐蚀性介质渗入厂房地基后，容易引起地基变形，厂房开裂。为避免这一现象发生，要求输送上述液体的管道设在管沟内，离厂房基础的水平距离不小于1m。

3.2.8 楼面开孔是遭受液态介质腐蚀的薄弱部位，墙面开孔也对防护不利。将各类管线相对集中，减少开孔，有利于防护。

3.3 防护层设计使用年限

3.3.1 经过大量的工程调研和统计，本标准所列的防护涂层的设计使用年限是一般情况下的经验值，是一个预估的使用时间，不是

实际使用时间，更不是“担保时间”。影响使用年限的因素有很多，由于施工方法和工作环境存在差异，评价方法和标准的不一致，难以确定每一个防护层的准确使用年限，设计的使用年限仅是为业主制定维护计划时提供技术上的参考。

3.3.2 根据工程经验和大量的实地调研，防护层在腐蚀性介质长期作用下的使用年限长短不一，不是一个固定的数值，而是一个时间范围。

3.3.3 低使用年限的时间范围为≥2 年至≤5 年，中使用年限的时间范围内为>5 年至≤10 年，长使用年限的时间范围为>10 年至≤15 年，超长使用年限的时间范围为>15 年。防护层使用年限越长越好，这样可延长维护周期，节约各项成本。低使用年限的防护层会造成频繁的维护维修、污染环境、浪费资源，间接增加一定的成本。因此，在维护和维修困难的部位，推荐使用长使用年限或超长使用年限的防护体系；本标准不推荐 2 年以下的防护层体系。

4 结构和构件

本章提出了各类结构设计的规定；地面以下的构件（基础和桩基等）应按本章的规定进行防护，地面以上的构件（柱、梁、板等）应按本标准第5章的规定进行防护。

4.1 一般规定

4.1.1 一个合格的结构工程应具备良好的使用性能、一定的承载能力和耐久的使用年限。在设计的工作环境下，工程结构应对各项功能有必要的保证率。根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的要求，工程结构在设计使用年限内，必须要有良好的工作性能，在正常维护下具有足够的耐久性。

有些构件处于腐蚀性环境中，无法满足规定的设计使用年限，必须采取其他的一些防腐蚀技术措施。如防护技术措施不能满足结构的全寿命周期，应定期进行构件的检测和维护。

本条提出了在腐蚀环境下结构耐久性设计的基本原则，从材料的选择、结构的布置、选型、构造及构件更换等诸方面提出要求，这种"概念性"设计对提高结构耐久性能力是十分重要的。选材要扬长避短，充分发挥材料的特性。如混凝土耐氯气的腐蚀比钢强；密实性较高的材料抗结晶腐蚀比孔隙多的材料好。

在腐蚀条件下，结构设计应从布置、截面形状、连接方式及构造上力求简洁，尽量减少构件的外表面积、棱角和缝隙，以避免水和腐蚀性介质在结构表面的积聚并利于其迅速排除。例如，钢结构杆件放置方向不能积水，构件表面平整与否以及杆件节点和布置，要利于腐蚀性介质、灰尘和积水的排除。

设计时要考虑固定走道、升降平台等设施和照明，以便于防护

层的施工、检查和维修，不能出现无法施工和维修的区域。

彩涂压型钢板、檩条等次要构件，往往不能与主体结构的使用年限相同，因此，当业主要求使用时，应采取便于更换的措施。

4.1.2 在腐蚀环境下，超静定结构构件内力若采用塑性内力重分布的分析方法，要求某些截面形成塑性铰并能产生所需的转动，在混凝土结构中会产生裂缝，在腐蚀环境中不利于结构的耐久使用，由于裂缝处变形较大，也可造成表面防护层的开裂。

对于钢结构，截面内塑性发展会引起内力重分配，变形加大，形成阳极，电化学腐蚀严重。

4.2 混凝土结构

4.2.1 混凝土结构的耐久性，除了在材料上应有保证以外，还应由结构和构件的选型、裂缝控制和构造措施以及表面防护来保证，其中结构和构件的选型有时会起主导作用。本标准吸取了国内外的经验教训，提出若干要求。

1 现浇钢筋混凝土框架结构具有整体性好和便于防护的优点，没有钢埋件和装配节点可能形成的薄弱环节，因此其耐久性相对较好。

2 根据一些试验表明，混凝土在受力状态下的腐蚀，受拉部分要比受压部分严重。预应力混凝土构件具有强度高、抗渗性强和裂缝少的特点，因此从耐久性角度来讲，预应力混凝土构件要比普通钢筋混凝土构件优越。

3 柱截面的形式宜采用实腹式，其目的是为了减少受腐蚀的外露面积，同时规整的截面也便于防护。腹板开孔的工字形柱的表面积大，容易遭受腐蚀，所以在腐蚀性等级为强、中时不应采用。

4.2.2 近年来，随着技术水平的提高，预应力混凝土的应用得到较大发展。

(1)先张法预应力混凝土结构在预制工厂完成，质量较易保证，混凝土密实度较高，预应力筋的保护较为严密，腐蚀环境中，耐

久性能较强。

(2)预应力混凝土结构推荐采用整体结构，因块体拼装式结构存在拼接缝隙，此缝隙难以密封，腐蚀性介质会从缝隙渗入，腐蚀预应力钢筋。某厂 21m 跨度的拼装式梯形屋架，因腐蚀性介质从拼缝中渗入腐蚀预应力钢筋，使用 10 年后，预应力钢筋蚀断而突然掉落。所以块体拼装后张法预应力构件在腐蚀的条件下不应使用。

(3)由于预应力筋处于高应力状态，容易产生应力腐蚀，若钢丝(或钢筋)直径较细(ϕ<6mm)，稍有腐蚀，其截面面积损失比例较大，故不应使用直径小于 6mm 的钢筋和钢丝作预应力筋。

预应力混凝土构件的钢绞线应控制单丝直径。

(4)无粘结预应力混凝土结构采用多重手段防护且施工方便，可检测，可更换。目前国内科研、设计、施工水平逐步提高，应用也愈趋广泛。根据现行行业标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 规定和国内外的应用经验表明，对处于腐蚀条件下的无粘结预应力锚固系统应采用连续封闭体系，经过 10kPa 静水压力下不透水试验，可保证其耐久性。

(5)后张法预应力混凝土结构的预应力筋要密封防锈。抽芯成形的预应力钢筋孔道密封性能差，金属套管的耐腐蚀性能不佳，均不应采用；可选用耐老化性能较好的塑料波纹管。

(6)后张法预应力混凝土结构的锚具及预应力筋外露部分，均为防腐蚀薄弱环节，它的失效将导致整个结构的破坏。因此要进行严格封闭，宜采用埋入式构造，可按现行行业标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的有关规定执行。

4.2.3 根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定，结构的设计使用年限为 5 年、25 年、50 年、100 年，一般建筑的设计使用年限通常为 50 年，100 年的少见，所以，本条仅规定了设计使用年限为 50 年的结构构件耐久性基本技术指标，其他设计使用年限的耐久性指标可按有关规范执行。

保证混凝土结构构件的耐久性有许多要求，本条仅是最基本的要求。遇其他化学腐蚀环境，还是应采取表面防护的方法，其防腐蚀技术措施应根据腐蚀性介质和等级的不同区别对待。

①低标号的混凝土耐腐蚀能力弱。现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定，处于环境类别为三类的结构混凝土强度等级不应低于 C35。所以本标准规定在弱腐蚀等级时，最低混凝土强度等级为 C30。

②腐蚀性介质对构件的腐蚀，一般是由外表向内部逐渐进行的。混凝土的抗渗性能对腐蚀速度起重要影响。混凝土的抗渗性能主要决定于混凝土的密实度，而对混凝土密实度起控制作用的是水胶比和胶材用量，其中水胶比起主要作用。水胶比与碳化系数之间有近似的线性关系；胶材用量与碳化系数之间也近似呈线性关系，但胶材用量小于 300kg/m^3 时，系数明显增加。国内外关于混凝土耐久性的设计规定中都对最大水胶比和最小胶材用量有明确规定，结构混凝土水胶比一般控制在 0.55（抗渗等级相当于 0.6MPa）以内，预应力混凝土为 0.45（抗渗等级相当于 0.8MPa）以内。

本条中规定“最低混凝土强度等级”（而非抗渗标号），是除桩基础以外的混凝土强度等级的基本要求，我们推荐在能够控制施工质量的前提下，采用较高强度的混凝土。预应力混凝土构件最大氯离子含量 0.06％指水溶性试验方法，不能采用酸溶性试验方法。

4.2.4 本条所指“裂缝”均为受力产生的横向裂缝。构件的横向裂缝宽度对耐久性有一定的影响，宽度过大将导致钢筋的锈蚀。

控制裂缝及裂缝宽度也是防腐蚀设计的一个重要控制环节。本标准与国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 接轨。

预应力混凝土构件中的配筋，处于高应力工作状态，而又大都采用高强钢材，对腐蚀比较敏感，在腐蚀性介质和拉应力共同作用

下，容易产生应力腐蚀倾向。如果混凝土裂缝过大，预应力混凝土构件的腐蚀程度要比普通钢筋混凝土构件严重，所以应从严控制。

4.2.5 混凝土对钢筋的保护，除需要一定密实度的混凝土外，还需要有一定厚度的保护层。根据调查，保护层厚度若减少1/4，则混凝土中性化层到达钢筋表面的时间可缩短一倍。

本条混凝土保护层的厚度针对所有钢筋，即纵筋、钢箍、分布筋均要满足该表的要求。因为从防腐蚀机理出发，钢箍锈蚀不仅会导致构件抗剪能力的下降，而且钢箍的锈蚀会诱导纵向受力钢筋的锈蚀，从而导致构件丧失承载能力。国际上的观点都很明确，必须包括全部钢筋。

表4.2.5面形构件中只提到板、墙，没有壳体。因壳体较薄，混凝土保护层厚度一般不能满足要求，且在腐蚀条件下应用很少。

混凝土保护层厚度的增加对防腐蚀设计十分重要，目前国际上都有加厚保护层的趋势。但厚度也不能增加过多，因为保护层太厚时，受弯构件横向裂缝会加大，涂料防护层也易脱落。

4.2.6 有液态介质或有冲洗水作用时，设备或管道留孔周围的梁板可能经常受到液态介质的作用，腐蚀情况较为严重。为了保护边梁不受腐蚀，可将边梁离开孔洞边缘布置而将板挑出，这种布置方法在铜电解厂房中取得了良好的效果。

4.2.7 主要承重构件一般指梁和柱，纵向受力钢筋不要采用多而细的钢筋，防止细钢筋较快被腐蚀而丧失承载力。

4.2.8 固定管道、设备支架的预埋件和吊环，部分暴露在外，当腐蚀性介质作用时，在混凝土内、外形成阴极和阳极，其腐蚀情况比较严重。如果预埋件与受力钢筋接触，会引起受力钢筋的腐蚀。

直接预埋在梁上的起重吊点，其腐蚀情况也较为严重，会造成吊点周围混凝土的开裂。在梁上预埋耐腐蚀的套管，钢吊索便可穿过套管固定，既便于更换，对梁又无不良影响，效果较好。

4.2.9 钢预埋件腐蚀后，很难修复，也无法更换，造成许多隐患，甚至还可能影响到构件本身。对预埋件的防护，根据工程经验可

采用树脂或聚合物水泥的砂浆、混凝土包裹，也可采用防腐蚀涂层、玻璃鳞片胶泥等防护。防腐蚀涂层包括涂料层或涂料和金属的复合涂层。复合涂层防护（即在喷、镀、浸的铝、锌金属覆盖层上再涂刷涂料层），可在腐蚀较为严重时采用；屋架支座和设备地脚螺栓可采用树脂砂浆、树脂混凝土包裹；非常重要且检修困难的预埋件推荐采用耐腐蚀金属，如不锈钢制作。

在装配式结构中，构件之间的连接件，如大型屋面板与屋架或梁的连接节点、天窗架与屋架的节点、屋架与柱的节点，是保证结构整体性的关键部件。调查时，发现焊缝与埋件均有不同程度的锈蚀，如太原市某水厂安装2年后网架支座（未做镀锌处理，未用混凝土包裹）就发生锈蚀，严重的甚至全部锈蚀，所以必须认真保护。

4.2.10 后张法预应力混凝土的外露金属锚具，先张法端部钢筋的外露部分，都是关键部位，采用树脂或聚合物水泥的混凝土包裹，以确保其可靠。

4.3 钢　结　构

4.3.1 钢结构构件和杆件形式，对结构或杆件的腐蚀速度有重大影响。如山西某化肥厂散装仓库为三铰拱结构（角钢格构式），某厂酸洗车间采用格构柱，均腐蚀严重。

按照材料集中原则的观点，截面的周长与面积之比愈小，则抗腐蚀性能愈高。薄壁型钢壁较薄，稍有腐蚀对承载力影响较大；格构式结构杆件的截面较小，加上缀条、缀板较多，表面积大，不利于防腐。

这次修编将格构式构件适当放宽，原因是许多重型厂房钢结构的格构柱已经很大，不采用格构式构件会造成很大的材料浪费。标准组通过调研，认为通过采用质量可靠、性能优异的防腐蚀涂层，可以起到很好的防护作用，不宜一刀切的严格限制。例如，安徽铜陵某有色冶炼公司电解铜车间，属于强腐蚀环境，此车间厂房

1993 年建成投产，采用涂层防护措施，已使用 22 年时间，至今厂房钢结构表面涂层完好无损。所以，设计者如能采用性能优良的涂料，施工中严格按规程执行，是可以突破格构式条款限制的。

4.3.2 钢材表面的基层处理对防护涂层的使用年限影响很大，如果原始锈蚀等级达到 D 级，基层处理将很难达到合格的技术要求，进而影响涂层施工质量和使用寿命。

通过调研，许多企业在生产过程中很难再去对重要构件和难以维修的钢结构进行频繁的维修，往往会导致安全隐患的发生，提高防护涂层使用年限是必要的，可减少维修对正常生产的影响。

4.3.3 一些试验表明，由两根角钢组成的 T 形截面，其腐蚀速度为管形的 2 倍或普通工字钢的 1.5 倍，而且两角钢之间的缝隙很难进行防护，形成腐蚀的集中点。因此标准对上述结构和杆件，均限制了使用范围。杆件截面的选择应以实腹式或闭口截面较好。

当必须采用组合截面的杆件时，其型钢间的空隙宽度应满足防护层施工检查和维修的要求。现行国家标准《色漆和清漆　防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护　第 3 部分：设计依据》GB/T 30790.3 规定中提出，对于型钢组合截面，型钢间的空隙宽度应满足图 1 的要求。

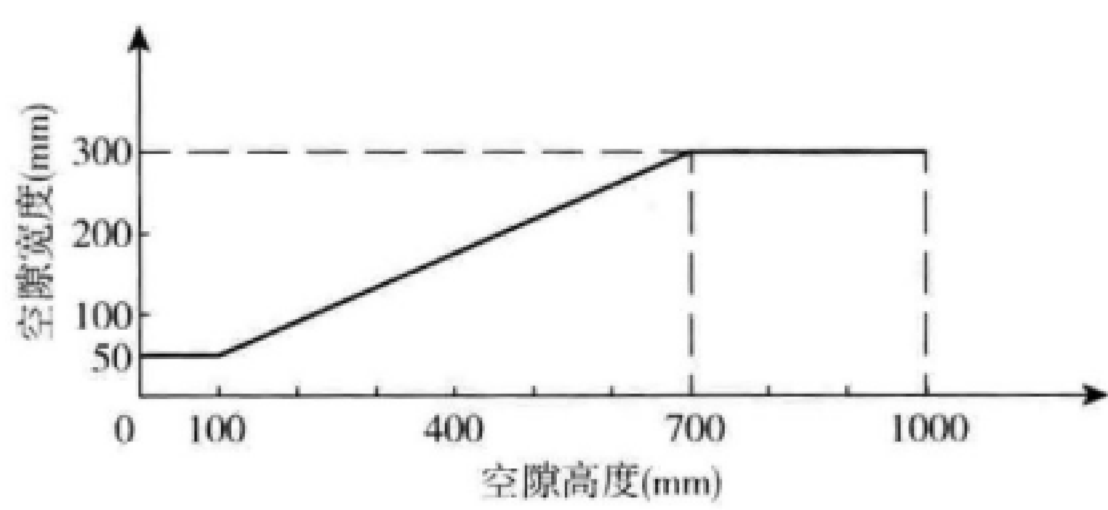


图 1　型钢间的空隙宽度的要求

闭口截面端部封闭是防腐蚀要求。闭口截面的杆件采用热浸镀锌工艺防护时，杆件端部不应封闭，应采取开孔防爆措施，以保证安全。若端部封闭后再进行热浸镀锌处理，则可能会因高温引

起爆炸。

杆件安装完毕后应将开孔封堵。

4.3.4 为保证钢构件的耐久性，必须有一定的截面厚度要求。太薄的杆件一旦腐蚀便很快丧失承载力。标准中规定的最小限值，是根据使用经验确定的。

4.3.5 门式刚架是近年来使用较多的钢结构，它造型简捷，受力合理。在腐蚀条件下推荐采用热轧 H 型钢。因整体轧制，表面平整，无焊缝，可达到较好的耐腐蚀性能。

采用双面连续焊缝，使焊缝的正反面均被堵死，密封性能好。

4.3.6 网架结构能够实现大跨度空间且造型美观，近年发展迅速，目前，在许多工业与民用建筑中均有应用。

钢管截面、球型节点是各类网架中杆件外表面积最小、防腐蚀性能最好又便于施工的空间结构型式，也是工业建筑中广泛应用的型式。

焊接连接的空心球节点虽然比较笨重，施工难度大，但其防腐蚀性能好，承载力高，连接相对灵活。在强、中腐蚀条件下不推荐螺栓球节点，因钢管与球节点螺栓连接时，接缝处难以保持严密，工程中曾出现倒塌事故。

网架作为大跨度结构构件，防腐蚀非常重要，本条提出螺栓球接缝处理和多余螺孔封堵问题都是防止腐蚀气体进入的重要措施。

4.3.7 两种不同电化学势的金属材料接触时，如暴露在腐蚀环境中，它们之间就会产生电流，发生电化学反应，较活泼的金属就会被腐蚀，故宜在接触部位采取隔离措施，如采用喷漆或硅橡胶垫做隔离层并加密封措施。

4.3.8 焊接连接的防腐性能优于螺栓连接和铆接，但焊缝的缺陷会使涂层难以覆盖，且焊缝表面常夹有焊渣又不平整，容易吸附腐蚀性介质，同时焊缝处一般均有残余应力存在，所以，焊缝常常先于主体材料腐蚀。焊缝是传力和保证结构整体性的关键部位，对

其焊脚尺寸必须有最小要求。断续焊缝容易产生缝隙腐蚀，若闭口截面的连接焊缝采用断续焊缝，腐蚀介质和水气容易从焊缝空隙中渗入内部。所以对重要构件和闭口截面杆件的焊缝应采用连续焊缝。

加劲肋切角的目的之一是排水，避免积水和积灰加重腐蚀，也便于涂装。焊缝不得把切角堵死。国际标准《涂料与清漆—用防护涂料系统对钢结构进行防腐蚀保护》(ISO 12944)中提出加劲肋切角半径不应小于50mm。

4.3.9 构件的连接材料，如焊条、螺栓、节点板等，其耐腐蚀性能(包括防护措施)应不低于主体材料，以保证结构的整体性。所以螺栓直径和螺栓、螺母、垫圈的防腐蚀也必须要有严格的要求。

弹簧垫圈(如防松垫圈、齿状垫圈)容易产生缝隙腐蚀，将严重损害连接处的长期性能。

4.3.10 高强螺栓自20世纪六七十年代开始在国内铁道桥梁上应用以来已达50年。

高强螺栓不能采用镀锌防护，表面涂层会使螺栓拧紧时锌与锌之间咬死，致使扭矩系数不均匀，施工不易保证质量。

连接处接触面在采取其他涂料防护时，要满足摩擦系数的要求。

4.3.11 钢柱柱脚均应置于混凝土基础上，一般不宜采用钢柱插入地下再包裹混凝土的做法。原条文规定的柱脚高度300mm，考虑使用的便捷等方面原因以及必要性的因素，这次不再强制要求300mm。在强腐蚀环境下，应包裹柱脚及钢柱，可起到防腐、防撞的作用。包裹柱脚及钢柱的混凝土内宜设置钢丝网或其他纤维类材料，避免脱落和开裂。

4.4 钢与混凝土组合结构

4.4.1 钢与混凝土的组合屋架和吊车梁，虽然能发挥两种材料的各自长处，具有节省材料和方便施工的优点。但在腐蚀环境中，由

于不同材料对腐蚀性介质的敏感性不同，因此这种结构具有特殊的腐蚀特征。据某些工厂的调查，组合结构的腐蚀有时会比单独的钢筋混凝土或钢结构更严重，特别是在混凝土与钢接触的界面上。考虑到钢与混凝土材料的组合能够发挥各自的性能优势，这次修编定位在强、中腐蚀环境不宜采用，在弱腐蚀环境下采取可靠的防护措施后可以应用。

以压型钢板为模板兼配筋的混凝土组合结构（也称整合板），在钢与混凝土的接触面处形成的缝隙腐蚀，使金属腐蚀加剧，耐久性差，压型钢板又无法更换，故在强、中腐蚀环境下也不宜采用。

4.4.2 钢与混凝土组合梁系指由混凝土翼板与钢梁通过抗剪连接件组合而成的梁，这种结构在一般建筑中有一定的应用，但在调查中发现，钢梁顶面与混凝土板接触处腐蚀严重，也属缝隙腐蚀，故采取限制使用的规定。

东海某桥的大跨度叠合梁斜拉桥中，对叠合梁采取了提高混凝土板抗渗、抗裂、抗冲击能力，改进构造细节并采取辅助措施，加强混凝土与钢梁结合部位密封性能，提高结合部位钢结构耐蚀能力以确保剪力钉完好。

4.5 砌体结构

4.5.1 本条对承重砌体结构的材料选择做了规定。

1 根据现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 和防腐蚀需要，本标准在腐蚀条件下，推荐采用烧结普通砖和烧结多孔砖。烧结砖分烧结黏土砖、烧结页岩砖、烧结煤矸石砖、烧结粉煤灰砖。经烧结后材料陶瓷化，稳定性好，可用于腐蚀环境。

蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖均含一定量的石灰胶结料，同时由于其孔隙率大，吸水率高，在腐蚀条件下承重结构不应采用。

2 轻集料混凝土砌体在腐蚀环境中无使用经验，不建议使用。

低强度等级砂浆中水泥含量过少，密实性差，容易受到腐蚀，

所以要求砂浆强度等级不低于M10。

混合砂浆含有石灰，对防腐蚀不利，故不宜采用。

4.5.2 本条提出了承重砌体结构的设计要求。

1 砖和砌块均为多孔材料，极易吸收腐蚀性液体，在干湿交替条件下，容易产生盐的结晶膨胀腐蚀，使砌体迅速破坏，在上述条件下不应使用。

2 独立砖柱截面较小，受力单一，并由于四面遭受腐蚀，在强、中腐蚀条件下使用不够安全，故限制使用。

3 多孔砖孔洞率达25%以上，孔的尺寸小而数量多，孔洞增加了与腐蚀性介质接触的表面积，在强、中腐蚀条件下，不允许采用。

对混凝土为强、中腐蚀时，应对混凝土空心砌块灌孔，否则也不应采用。

4 配筋砖砌体和配筋砌块砌体，均在砌体（砖）缝中配有钢筋，砌筑砂浆的密实度和厚度不足，钢筋很容易遭受腐蚀，故在对钢为强、中腐蚀时，不应采用配筋砌体构件。

4.6 木 结 构

4.6.1 针叶类木材比较致密，胶合木经过树脂合成，均对防腐蚀有利，故在本条推荐使用。

4.6.2 木结构构件的节点是防护的薄弱环节，节点和接头处又极易集聚腐蚀性介质，往往腐蚀严重，所以应尽量减少钢连接件的使用。

4.7 地 基

4.7.1 已污染土的评价应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的有关规定执行，还应按现行国家标准《盐渍土地区建筑技术规范》GB/T 50942确定土的溶陷性和盐胀性。土的溶陷性和盐胀性会造成基础上升或下降，致使结构开裂，是必须要关注

的问题。

拟建生产装置可能泄漏的介质是否会对污染土产生影响，产生什么样的影响？应进行分析和评估，必要时要进行一些试验。

下面列举几类腐蚀性液态介质对土壤的作用可能产生的影响：

①硫酸、氢氧化钠、硫酸钠、硫酸铵等介质，与土壤中的一些成分发生作用后，生成了新的盐类，或由于离子交换作用改变了土壤的物理性能，这种反应的结果，一般会使土壤具有膨胀性；另一种情况是介质在土壤孔隙中结晶，使土体膨胀。这两种情况都会使上部结构上升变形、开裂。

②腐蚀性介质（如盐酸）与土壤作用后所产生的易溶性腐蚀产物的流失，使土壤的孔隙增大；或者土壤中某些胶结盐类的溶蚀，使土壤的化学黏聚力丧失。这样可能导致土壤的物理、力学性能发生变化，孔隙比增大，颗粒变细，承载力、压缩模量可能降低，而导致基础下沉，上部结构开裂。

③在污染场地上新建厂房时，由于生产条件的变化，可能导致水文地质条件的改变，而破坏原来的平衡条件，使已污染土层产生膨胀或溶陷。

在工程设计中，尤其是旧厂改造时，可请有关单位（如《岩土工程勘察规范》编制组等）结合建筑物的具体情况，根据污染土腐蚀性介质的性质和浓度、生产环境等因素，对污染土进行评价，提出具体措施。必要时要进行试验后做出评估。

4.7.2 已污染地基和生产中可能受泄漏液态介质污染的地基，在选择地基加固方法时，应考虑下列因素：

1 石灰类材料在酸或硫酸盐作用下所产生的盐类，有的具有膨胀性质，有的使石灰土不能固结失去加固作用。

2 现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 指出“易受酸、碱影响的基础不得采用矿渣垫层”。

矿渣、粉煤灰含碱性物质，若作为垫层，使地下水呈现弱碱性，

对基础、管道均不利;若有液态腐蚀介质作用,则会发生反应。

3 酸性液态介质会与碳酸盐发生反应,降低振冲桩、砂石桩的承载能力,故在选择加固材料时,不应采用碳酸盐类材料。

5 当有酸性介质或硫酸盐类介质作用时,若采用碱液法处理地基,则会发生反应,使加固方法失去作用。

6 单液硅化法在施工中采用碱性的水玻璃类材料,若土中或地下水中存在酸性介质,则会发生反应,影响加固效果。

单液硅化法加固地基后形成 SiO_2,是一种不耐碱的物质。所以若产生过程中有碱性介质泄漏的话,则会降低加固后的地基承载力。

4.7.3 已污染土地基的处理,目前在工程上常用的较成熟的方法有下列几种:

(1)换土垫层法:可挖去污染且溶陷或盐胀性较大的土,采用非污染土或砂石类材料压实。这是最有效和可靠的方法,设计及施工要求可见现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 第 4 章。

(2)当污染土层较厚,不能全部挖除,而建筑物又较为重要时,可采用桩基础或墩式基础穿越污染土层,支承于未污染土层上。桩基础的防护见本标准第 4.8 节和第 4.9 节。

设计时应进行技术经济比较后确定地基处理方案。

4.8 基　　础

4.8.1 作用于地面上的介质,有可能通过地面、地沟和排水设施渗入地基,对基础形成腐蚀。但其渗入量与直接接触腐蚀性介质不同,所以其腐蚀性等级可按本标准表 3.1.5 降低一级确定。

4.8.2 能够做基础材料有许多种,而毛石混凝土、素混凝土和钢筋混凝土,有较高的密实性和整体性,表面平整易于防护,所以推荐采用。砖基础耐久性较差,大放脚曲折较多,不易防护,这里不提倡作为腐蚀介质环境作用的基础材料。这次将强制性取消,是

基于表面防护材料的发展，如能做好表面防护，其他材料的基础也不再限制使用。

钢筋混凝土基础、基础梁的材料及结构设计要求见本标准第4.2节。

4.8.3 硫酸、氢氧化钠、硫酸钠等介质渗入土壤后，能使地基土膨胀，造成上部结构开裂。独立基础和条形基础应适当深埋，可减轻或消除这种影响。整体的筏板基础可根据具体情况而定。

据调研显示，某冶炼厂生产30多年，渗漏的介质使污染土层深达1.5m。

4.8.4 储槽或储罐的地坑，一般难以保证完全不泄漏，为使厂房基础不受腐蚀，基础底面宜低于储槽或储罐的地坑的底面。

4.8.5 基础是建筑物的重要构件，且又深埋于地下，很难定期进行检查和维修，为确保安全，在强、中腐蚀等级下应进行表面防护。

基础设垫层可使防护层封闭，故有表面防护的素混凝土和毛石混凝土基础也要设垫层。

采用沥青类的表面防护层，已有多年的使用经验，效果良好。标准组曾在天津某碱厂、大连某氯碱厂检查基础上30年前涂刷的沥青胶泥（二底二面），发现仍完好如初。为解决热施工和在潮湿基层上施工的困难，可采用湿固化型的环氧沥青和聚氨酯沥青涂层。

聚合物水泥浆和聚合物水泥砂浆，也可以在潮湿基层上施工，且附着力优良。

采用树脂玻璃鳞片涂料价格较高，可在强腐蚀条件下的重要基础上采用。

基础梁在地面附近，易处于干湿交替环境，腐蚀情况较为严重，加之截面又较小，其防护要求宜比基础适当提高。

基础及基础梁表面的防护是基于设计使用年限50年的措施，根据调研及多年工程实例，在地下的表面防护材料由于与阳光、空气隔绝，一般情况下有很好的耐久性，如是较重要建筑物，建议在

强腐蚀环境下，定期探查防护层，其他设计使用年限的表面防护应专门研究。

由于环保和施工困难的原因，本次修编未列入沥青混凝土和碎石灌沥青的垫层。

4.8.6 当基础和垫层的混凝土采用掺入抗硫酸盐的外加剂或矿物掺和料，评定其性能满足防腐要求时，可不再采取其他防腐措施。

4.9 桩 基 础

4.9.1 桩顶离地面一般为 2m～2.5m，且有承台保护，所以桩基础只考虑污染土和地下水、土的腐蚀作用，而不考虑地面介质渗漏对其的腐蚀作用。

4.9.2 预制钢筋混凝土桩（实心桩）的混凝土密实性高，质量容易控制。

近年来，由于离心成型工艺方法的完善及高强混凝土的发展，预应力混凝土管桩在沿海地区的工业与民用建筑中逐步得到推广使用。管桩具有强度高、施工工期短、造价低等优势，已成为沿海地区常用的桩基础形式之一。而在填海造地的区域，一般地基均存在一定的腐蚀性，为满足耐久性的要求，行业内对管桩的耐久性性能进行了研究，通过调整混凝土配方、增加保护层厚度，改变接头的连接形式，使得管桩在腐蚀环境下的耐久性有了提高。标准组通过调研，并进行了多组针对钢筋混凝土管桩混凝土的试验和检测，证明采取一定措施后，混凝土管桩可以在一定的腐蚀环境中满足耐久性的要求。这次修编中，将预应力混凝土管桩修订为在强腐蚀环境下，采取措施后可以应用。

根据不同的技术要求，离心成型空心桩的品种有数种，预应力混凝土异型管桩和预应力空心方形管桩等可参照本标准对管桩的规定执行。

在 pH 值为强腐蚀时，要有一定的限制。如在某些酸性介质作用下，混凝土的抗渗性能也无法抵御酸性介质的侵蚀，因此，pH

值为强腐蚀条件下，如超过一定限值，需经专门研究。

由于混凝土灌注桩在现场浇筑施工，混凝土未硬化的情况下非常容易与腐蚀性介质接触，防护较为困难，腐蚀性介质一旦进入混凝土桩内部，混凝土的耐久性不易保证，此次修编规定在强腐蚀环境下不宜采用。

由于钢桩缺少在腐蚀条件下的使用经验和数据，腐蚀裕度难以确定，且价格比混凝土桩贵2倍～3倍，本标准未予列入。木桩由于使用极少，为绿色环保、节约木材，也不列入。

4.9.3 桩承台埋深较浅时，生产中泄漏的介质会腐蚀桩身，且桩可能处于干湿交替和冻融等因素作用强烈的环境，故埋深2.5m以上的桩身要加强防护措施。

4.9.4 钢筋混凝土桩的自身耐久性能对桩的耐久性有重要作用，所以对混凝土的强度等级、水胶比、抗渗等级和钢筋的混凝土保护层均有较高的要求。本标准提出的数值与国内外的有关规定基本相当。

4.9.5 本标准对混凝土桩身的防护提出三种并列的措施。当有防腐蚀要求时，可组合采用，采用其中一种措施是最低的要求。

表4.9.5注2所述的混凝土也包括普通混凝土。

在硫酸根离子、氯离子介质腐蚀条件下，提出桩身采用耐腐蚀材料制作的措施是个治本的办法，当已能满足防腐蚀性能要求时，可以不再考虑其他防护措施。

①在硫酸根离子介质腐蚀条件下，桩身可采用抗硫酸盐硅酸盐水泥混凝土或掺入抗硫酸盐的外加剂、矿物掺和料的普通硅酸盐水泥混凝土制作。

②在氯离子介质腐蚀条件下，可在混凝土内掺入钢筋阻锈剂、矿物掺和料。

采用抗硫酸盐硅酸盐水泥和掺入抗硫酸盐的外加剂、钢筋阻锈剂、矿物掺和料等外加剂，详见本标准第7.2.1条和第7.2.2条的条文及说明。

本标准对于混凝土桩采用增加混凝土腐蚀裕量的方法，是为

了保证桩基在腐蚀环境下的使用安全，在结构计算或构造所需要的截面尺寸以外增加的腐蚀损耗预见量，欧洲规范称之为“牺牲层”，结构计算时不能考虑。

腐蚀裕量是一种传统的方法，目前钢桩就是采用此法。其数值参照国内外有关资料确定，是最小下限要求。

硫酸根离子和酸性介质（pH 值）对混凝土的腐蚀，本标准采用了增加混凝土腐蚀裕量的措施；而氯离子是对钢筋的腐蚀，不推荐采用增加混凝土腐蚀裕量的措施。

当预制桩需要采取表面防护措施时，桩表面可采用环氧沥青、聚氨酯（氰凝）的涂层。这些涂层在国内均有使用经验，在细粒土的地层中，打桩时一般不会完全磨损，上部桩基本无磨损。

另外，在此次修编中过程中对混凝土耐久性做了多批次的试验，相对于蒸压工艺的构件，免蒸压工艺生产的预制构件有一定的耐久性优势。

当腐蚀等级为强时，混凝土灌注桩因混凝土硬化之前过早与腐蚀性介质接触，所以不宜采用。建议进行论证研究后，采取可靠措施时采用。

4.9.6 预制桩的接桩处是耐久性的薄弱环节，故接桩数量应尽量减少，接桩位置宜位于非腐蚀性土层中且构造应严密。处于腐蚀环境中空心桩的接头，推荐采用钢制接桩零件不外露的机械式连接，并将接缝处采用环氧树脂密封，防止腐蚀性介质进入桩内，避免形成连接处内外双面受腐蚀作用的不利情况。

接桩的机械连接方式可采用啮合式接头、螺锁式接头和机械承插式接头连接等机械连接形式。

接桩方式不能采用硫黄胶泥连接，对抗地震不利。

接桩钢零件采用耐磨涂层防护时，可选择“快干型”的涂料。

4.9.10 在腐蚀环境下，应确保灌注桩的钢筋混凝土保护层厚度满足设计要求，如出现负偏差，混凝土保护层厚度就不能满足要求，甚至钢筋没有保护层。

5 建筑防护

5.1 地　　面

5.1.1 各种面层材料都具有各自的特性。树脂类材料具有耐中等浓度的酸、耐碱、抗渗性好、强度高等优点，不耐浓的氧化性酸、不耐高温。水玻璃混凝土具有耐酸性好、机械强度较高，亦可耐较高的温度，但不耐氢氟酸、不耐碱性介质、抗渗性较差。水玻璃分钾水玻璃和钠水玻璃，其中钾水玻璃性能优异，相对价格也高，而钠水玻璃性能较差，价格低廉。一般不允许钾、钠水玻璃混合使用。

耐酸砖包括耐酸缸砖、陶板、陶砖和耐酸瓷砖。耐酸瓷砖是以石英、长石、黏土为主要原料，经高温煅烧而成的无机耐腐蚀材料，其主要化学成分是二氧化硅和三氧化二铝。耐酸瓷砖具有强度高，耐磨、抗污性好、颜色浅、观感性好、具有优良的耐腐蚀性能，缺点是易脆，地面积水易滑，耐温度较高的腐蚀性介质能力差些，目前是化工、电力、冶金等行业较好的防腐蚀材料。

耐酸缸砖强度高，抗冲击、耐磨、防滑、抗污性强、颜色较深、规格大、整体美观性好、施工方便，具有较优异的耐腐蚀性能，特别是耐温度较高的腐蚀性介质能力比较突出，缺点是孔隙较大，对抗渗透结晶性腐蚀能力差些。在有色冶金工业腐蚀环境下，作为建(构)筑物防腐蚀面层材料，使用效果较好，同时也是化工、电力行业很好的防腐蚀材料，应用前景广阔。

地面的面层材料，除受到腐蚀性介质的作用外，还可能受到各种物理作用，面层材料除应满足耐腐蚀性外，同时还要满足抗冲击强度、耐磨性、耐候性和耐温性等方面的要求。

石墨砖是由石墨材料制成的砖状密封块材。石墨砖为树脂浸

渍，一般采用酚醛树脂或糠醇树脂。

沥青是一种传统的防水、防腐材料，过去在防腐蚀领域应用广泛。沥青材料在氢氟酸的防腐蚀（例如铅电解车间）方面具有很好的效果，但沥青的危害也不少，主要原因是沥青及其烟气对皮肤黏膜具有刺激性，有光毒和致癌的可能，因考虑人身健康和环境保护的因素，不建议单纯的沥青类材料在地面面层中大面积使用。由于环氧沥青玻璃布、环氧沥青胶泥的耐蚀性和力学性能与环氧树脂相当，但耐水性优于其他树脂材料，特别是在相对湿度很高时施工，仍然能固化并满足耐蚀性能要求。目前环氧沥青（环氧∶沥青质量比为6∶4）已实现工厂化生产，是楼、地面隔离层可选用的材料。

另外，乙烯基酯树脂和不饱和聚酯树脂类材料也有很好的耐氢氟酸性能。

氢氟酸有独特的腐蚀特性，石英石和花岗石在硫酸、硝酸、盐酸中，皆具有优良的耐腐蚀能力，可是在氢氟酸面前就无能为力。所以，在氢氟酸腐蚀的环境下，要采用不含硅质材料的填料或骨料。重晶石（硫酸钡）由于具有耐氢氟酸腐蚀的能力，可以作为混凝土、砂浆、胶泥的骨料或填料。因此，设计者要根据腐蚀性介质的性质、地面使用等条件，扬长避短，正确选择面层材料。

5.1.2 "耐酸石材"包括花岗石、石英石等，这些石材均有优良的耐蚀性及物理机械性能，工程中使用颇多，标准中统称为"耐酸石材"。

耐酸石材的厚度范围可以从20mm到100mm，设计者可根据地面的使用情况，合理确定石材厚度。目前，由于使用机械切割，石材的表面平整度大大提高，不仅可减少砌筑胶泥的使用量，降低造价，而且能提高地面的质量。

树脂自流平涂料在施工中有一定的流展性，干燥后没有施工痕迹。这种地面具有耐腐蚀、不积灰尘、易清洁和整体无缝等特点，常用于轻度腐蚀并有洁净要求的地面。

树脂砂浆整体面层耐腐蚀性能优良，抗渗透性好，由于大面积

无缝隙，可有效避免由于接缝造成腐蚀性介质渗漏的隐患。但树脂砂浆由于固化时收缩应力问题，一般通常厚度在 10mm 以下，不能做厚，否则会由于固化收缩应力过大而开裂。这次修编组对大面积无接缝、零收缩乙烯基酯树脂砂浆整体地面面层使用情况进行了调研，先后调查了江西铜业股份有限公司贵溪冶炼厂、白银有色集团西北铅锌冶炼厂乙烯基酯树脂砂浆地坪应用情况，通过调研走访表明，乙烯基酯树脂砂浆整体地坪在有色行业湿法冶炼车间有成功的应用案例，由于采用新技术、新工艺，对树脂材料进行改性，可使乙烯基酯树脂砂浆的固化收缩趋于零，消除了固化收缩应力，同时，对整体面层合理设置伸缩缝，并对伸缩缝采取严密可靠的防腐构造措施，有效地解决了树脂砂浆大面积施工及应用过程中的开裂问题，施工厚度可以做到 30mm，不但有效提高了整体面层防腐蚀的可靠性，而且对承受较大荷载频繁冲击的防腐蚀地面提供了新的解决方法。

树脂玻璃鳞片胶泥的地面具有很好的抗渗性，但机械强度稍低，而且工程实例不多，所以没有列入地面面层。

5.1.3 耐酸砖的尺寸较小，一般采用挤浆铺砌法施工，不推荐结合层材料与灰缝材料不同的“勾缝”法施工。

耐酸石材的尺寸较大，当灰缝材料为树脂胶泥时，为了节约费用，允许结合层材料采用较便宜的其他材料（如水玻璃类材料或聚合物水泥砂浆等）。

5.1.4 地面隔离层可提高地面的抗渗能力和弥补面层的不足，从整体上提高防腐蚀地面工程的可靠性。另外，也可防止渗漏液流出造成进一步的污染。

水玻璃混凝土面层和采用水玻璃胶泥或砂浆作结合层的块材面层，由于抗渗性较差，而且钠水玻璃材料不能与混凝土直接接触，所以必须设置隔离层。

隔离层一般采用柔性有机材料制作，常用的有聚氨酯涂层、树脂增强纤维塑料、SBS 改性沥青卷材等。

5.1.5 当面层厚度小于30mm且结合层为刚性材料时，隔离层不应选用柔性的材料，否则当地面受到重力冲击时，会造成灰缝开裂。

5.1.6 由于水泥砂浆抹面容易产生裂缝、裂纹和脱层等缺陷，所以树脂砂浆、树脂混凝土和涂料等整体面层的找平层材料宜采用细石混凝土。

5.1.7 混凝土垫层质量的好坏，直接影响到防腐蚀面层的使用效果。因此，规定室内地面的混凝土垫层的强度等级不应低于C20，厚度不宜小于120mm；室外地面的混凝土垫层的强度等级不应低于C25，厚度不宜小于150mm；树脂整体地面的垫层混凝土强度等级不宜低于C30，厚度不宜小于200mm。

室外地面、面积较大或有大型运输工具的地面，因受温度应力和较大可变作用的影响，容易开裂变形。树脂类整体地面，由于面层材料固化收缩应力较大，对垫层的要求更高，故要求配置钢筋。

现行国家标准《建筑地面设计规范》GB 50037规定垫层宜设伸缩缝，间距宜为30m，所以本标准规定：配筋混凝土垫层应分段配筋和浇灌，每段的长度、宽度不宜大于30m，当采取有效措施时（如补偿收缩、加膨胀剂、采用纤维混凝土、设置滑动层、后浇带等）分段可适当增大（如采用纤维混凝土时可增大到45m）。

防腐蚀地面对防裂要求很高，为了防止冻胀，凡室外土壤有冻结的地区的室外地面，均应设厚度不小于300mm的防冻层。

树脂砂浆、树脂自流平等整体面层，常常会发生起壳现象，这与地下水的毛细渗透作用有关，由于基层表面的潮湿，使面层与基层的黏结力降低。所以要求对垫层采取防水或防潮措施。“地下水位较高”指毛细作用上升高度可达地面垫层的底部。设计时应考虑生产后地下水位可能上升的情况。

5.1.8 在预制板上直接铺设面层，极易在板缝处产生裂纹，故规定设置配筋的整浇层以保证其整体性。根据经验，配筋的整浇层能很好地保证防腐蚀地面的施工质量和使用年限，钢筋网也可采

用钢丝网片成品。

5.1.9 有腐蚀性液体作用的地面，应设有坡度，使介质迅速排除，保持地面不积液，减少腐蚀。地面坡度越大对防腐蚀越有利，但太大了也有各种缺点。根据工程调查，楼层地面坡度大于或等于1%、底层地面坡度大于或等于2%较合理。楼层地面坡度如小于1%则排水不畅，坡度太大则找坡层太厚。如生产介质中有泥砂或废渣，地面流水不畅，且厂房内无车辆行驶时，底层地面坡度也可适当加大到3%～4%。

通常底层地面都用基土找坡，这样做最简单合理；楼层地面一般用找平层找坡，但用料较多，荷重较大；用结构找坡，材料省，荷重轻，但结构设计及施工较复杂，有条件时可采用。

实际调查表明，排水沟及地漏均易渗漏，可对附近的结构造成明显腐蚀。为避免殃及附近的重要构件，故规定了排水沟与墙、柱边的最小距离，以及地漏中心与墙、柱、梁等结构边缘的最小距离。

地漏是楼层地面或底层地面的重要配件。据调查，在管理不善的生产厂房中，有效而完整的地漏极少，95%以上的地漏残缺不全，使用中还有堵塞、渗漏现象，使周围的楼板受到严重腐蚀。因此地漏要选择耐腐蚀且有一定强度的材料，尺寸比普通排水地漏适当加大，在构造上要严密，防止连接处的渗漏。

5.1.10 为了防止腐蚀性液体的扩散或向下层的溢流，因此，所有的孔洞均都要设置挡水。挡水的高度应根据实际情况确定，在一般情况下，孔洞边缘的挡水高度为150mm，但有车辆行驶的变形缝两侧的斜坡挡水高差可为50mm，室内外交界处的挡水高度也不应太高，所以本标准不做硬性规定。

5.1.11 为了防止地面腐蚀性液体对墙、柱根部的腐蚀，地面与柱、墙交接处均需设置踢脚板，其高度应根据液体可能滴溅高度，并考虑块材的尺寸确定，不宜小于250mm。

5.1.12 钢柱、钢梯及栏杆的底部设防腐蚀的底座是为了避免地面上的腐蚀介质对钢构件的直接作用。

5.1.13 地面变形缝是防腐蚀的薄弱环节，腐蚀性介质极易在此处渗漏造成腐蚀，故必须作严密的防渗漏处理。一般在缝底设置能变形的伸缩片，其上嵌入耐腐蚀、有弹性且黏结性能好的材料。过去曾用沥青胶泥，但耐久性很差，因此不再推荐。聚氯乙烯胶泥的主要成分煤焦油，由于环保的要求，不再推荐使用。嵌缝材料可采用氯磺化聚乙烯胶泥和聚氨酯密封膏等。伸缩片也有可能接触腐蚀性介质，因此也应选用耐腐蚀的材料。

5.1.14 设备基础表面的防护层不具有作为荷载持力层的条件。设备应坐在混凝土基础上，水玻璃混凝土或环氧树脂等可以作为二次浇灌层和防腐层。

设备基础的螺栓孔用耐腐蚀胶泥封填，是防止腐蚀介质的渗入，同时也要保证螺栓的锚固力。

5.1.15 地沟和地坑内可能有腐蚀性液体长期作用，也常有渗漏现象。为使承重结构不受腐蚀，保证安全，规定墙、柱、基础不得兼作沟、坑的侧壁和底板。

管沟一般只有较简单的防腐措施，达不到排水沟的要求。若在排水沟内铺设管道，则管道会受腐蚀，管道的固定节点也会破坏防腐层的完整性。所以管沟不应兼作排水沟。

排水沟和集水坑有液态介质长期作用且有泥砂等沉积需要清理，易产生机械损伤，其使用条件比地面更为恶劣，设隔离层是为了提高其抗渗性。

排水沟采用明沟的形式是便于清理，加盖板是安全及生产操作的需要。

地沟穿越厂房基础时，如在基础附近设缝，则介质渗漏后会腐蚀基础。沟与基础之间预留 50mm 的净空是为了防止厂房沉降时使地沟受力而断裂。

5.2 结构及构件的表面防护

5.2.3 用于钢结构的防腐蚀涂层一般分为三大类：第一类是喷、

镀金属层上加防腐蚀涂料的复合面层；第二类是含富锌底漆的防腐蚀涂层；第三类是不含金属层，也不含富锌底漆的防腐蚀涂层。

钢结构涂层的厚度应根据构件的防护层使用年限及其腐蚀性等级确定。与国际标准 ISO 12944 相比较，本标准“弱腐蚀”的室内涂层厚度近似于 ISO 的 C3，“中腐蚀”的室内涂层厚度近似于 ISO 的 C4，而“强腐蚀”的室内涂层厚度近似于 ISO 的 C5。

影响涂层使用年限的因素很多，必须要正确设计，施工时保证质量，才能达到理想的使用年限。涂层厚度不是绝对的耐久性保证，涂料性能也是非常重要的因素，有些工程经实践证明，采用优良的涂料，厚度可以适当减薄。标准组经过调查，在某有色企业的湿法冶炼车间，由于选择了正确的涂料品种和涂层体系，强腐蚀环境下，已使用 23 年时间，没有进行过维修，涂层还是很好，是超长使用年限的典型案例。

5.2.4 钢材的除锈等级按现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923 的规定。钢结构采用涂料防护的效果与基层除锈有很大关系，除锈不好的基层，其涂层使用寿命的差别达 2 倍～3 倍。除锈等级和除锈方法与涂料的品种以及构件的重要性有关。一般重要结构和构件要求喷射处理(Sa)，涂层效果最好，手工除锈(St)效果次之。

5.2.5 砌体在气态介质作用下，腐蚀性等级一般只有中、弱、微腐蚀，如砌体表面结露导致形成液态介质腐蚀，其腐蚀性等级可能变成强腐蚀。

5.2.6 墙裙一般受到液态介质作用，但作用量比地面轻，尤其是液态介质，不可能长期作用，故对防护材料及构造的要求较低。在酸性介质作用下，可用厚度不大于 20mm 的耐酸块材或纤维增强塑料、树脂砂浆、玻璃鳞片涂层等便可满足防腐要求；在碱性介质作用下，用聚合物水泥砂浆、纤维增强塑料或涂料已可满足要求。

5.2.7 孔洞周围的边梁和板，容易受到液态介质流淌作用，应加强防护。

5.2.8 厂房围护结构的结露，容易发生在多雨地区和寒冷地区的建筑物内部，结露的部位会使气态或固态介质转化为液态介质而加重腐蚀。如某镍电解厂房，侧窗四周的墙面经常结露，墙体受到干湿交替作用及硫酸盐的结晶作用而破坏严重。

对少数经常有蒸汽作用和湿度很大的厂房要完全避免结露是很难的，故本标准中提出对可能结露的部位要加强防护。

5.3 门　　窗

5.3.1 推拉门、金属卷帘门、提升门或悬挂式折叠门，其金属零件腐蚀后容易造成无法开启，故宜采用平开门。

5.3.4 塑钢门窗、纤维增强塑料门窗具有优良的耐蚀性。塑钢门窗、纤维增强塑料门窗已有标准图，许多有腐蚀厂房中已采用，故纳入标准，并要求塑钢门窗、纤维增强塑料门窗所有配套的五金件应采用防腐型的金属配件、优质工程塑料及特制的紧固件。

5.4 屋　　面

5.4.1 采用有组织排水的目的是为了避免带有腐蚀性介质的雨水漫流而腐蚀墙面。调查表明，散发腐蚀性粉尘较多的建筑物屋面上设置女儿墙后，在女儿墙处大量积聚粉尘，不易排除，加重腐蚀。

5.4.2 屋面材料的选择应结合环境中的腐蚀性介质综合考虑，选择合适的耐腐蚀材料。

许多工程实例表明，在强腐蚀和高湿度的环境下，彩涂压型钢板使用时间一般仅为 1 年～2 年，弱腐蚀环境下一般可使用 5 年～10 年。在腐蚀环境下，尤其是在强腐蚀环境下采用彩涂压型钢板时，应采取必要的防腐蚀措施。

如①压型钢板必须采用耐腐蚀优良的基板、镀层和涂层，并有足够的厚度。单层压型钢板屋面板的反面彩涂面漆、道数、厚度等应与正面相同。②当为单层压型钢板与玻璃棉或岩棉等保温材料

组成的复合保温板时，应设置隔气层防止湿气的聚集。③压型钢板屋面应采用隐藏式的紧固件连接、搭接构造。④在腐蚀性粉尘的作用下，压型钢板屋面坡度不宜小于10%。⑤铝锌合金镀层钢板应避免与混凝土、铜和铅接触。⑥压型钢板屋面工程在使用过程中应有定期的检查、维修措施。⑦不能与主体结构的设计使用年限相同时，应设计成便于更换的构件。

5.5 墙　　体

5.5.2 工业建筑的内隔墙多指厂房内的控制室、生活室等功能房间的围护墙体，可以使用轻质隔墙。这类隔墙应具有良好的耐腐蚀性。各类多孔材料、加气材料，因其疏松、膨胀、含水率高，不适用于防腐蚀厂房。

5.5.3 轻钢龙骨墙板体系中，外挂板应具有高防水性、质密的特点，材质中的成分应具有耐酸、碱性腐蚀能力，如二氧化硅、石英、硅酸盐等，各类普通石膏板不适用于防腐蚀厂房。

6 构 筑 物

6.1 储槽、污水处理池

6.1.1 本章所列储槽、污水处理池规定为常温、常压。因为当温度和压力很高时，结构和防护材料需经必要的试验才能确定。

本章所列储槽、污水处理池仅限于钢筋混凝土结构，不推荐下述材料：

①砖砌体。因耐久性、抗渗性差，不应采用。

②素混凝土。在工程上很少采用，为抵抗温度应力，必须配置一些构造钢筋。

③花岗石块材砌筑的储槽和整体花岗石储槽。

④金属储槽、有衬里的金属储槽、整体树脂混凝土储槽、整体水玻璃混凝土储槽等以上储槽属化工设备，制造和安装的特殊要求，故未列入。

6.1.2 储槽的结构应采用现浇钢筋混凝土，这种结构整体性好，不易开裂且便于防腐衬里的施工。

储槽的密闭性和整体性是保证腐蚀性介质不外露的有效方法，目前伸缩缝的材料和构造尚无足够保证，槽内介质一般腐蚀性较强，一旦泄漏，不仅造成浪费，而且污染地基和地下水，所以储槽不应设置伸缩缝，以确保使用。

储槽架空设置的目的在于能够及时检漏，检查衬里使用情况并及时修复。地下储罐设置在地坑内时，地坑应设置集水坑，以利于将地坑的地面水抽出。

容积较大的矩形储槽，槽壁刚度较差，易产生裂缝，而且内衬大面积施工变形较大，不利于检查和维修，故规定容积大于 $100m^3$ 的矩形储槽宜设分格。如果工艺要求尺寸较大，则应增加侧壁刚

度和采取措施避免防腐蚀材料由于收缩变形产生的开裂。

6.1.3 污水处理池的结构宜采用现浇钢筋混凝土结构，这是比较经济稳妥的。污水处理池的平面尺寸，主要取决于工艺需要。为防止渗漏，应采取措施，尽量加大伸缩缝的距离。但由于池子的尺寸有时比较大，必须设置变形伸缩缝时，构造应严密。

6.1.4 储槽、污水处理池的衬里因水泥砂浆抹面层的起壳、脱落而导致损坏的事例时有发生，为保证槽体与内衬（特别是树脂纤维增强塑料内衬）的良好粘结，储槽、污水处理池内表面不采用水泥砂浆层找平。

6.1.5 钢筋混凝土储槽、污水处理池内表面的防护，应采取区别对待的原则。根据腐蚀性介质的性质和浓度指标，确定介质对钢筋混凝土结构的腐蚀性等级，然后采取不同标准的防护措施。

在同一腐蚀等级中，对储槽的防护标准应比污水处理池相对高一些。这是由于在生产上储槽比污水处理池重要，而且内部常常是“强腐蚀等级”的介质，储槽中溶液浓度比较高。

内表面防护材料保留了效果良好的块材、纤维增强塑料、水玻璃混凝土、玻璃鳞片涂料及胶泥、厚浆型防腐蚀涂料和聚合物水泥砂浆。

玻璃鳞片涂料和胶泥：抗渗性能高，而且施工简便。

纤维增强塑料的质量应控制厚度和含胶量。纤维增强塑料的增强材料建议采毡和布的复合，可发挥玻璃纤维毡含胶量高、粘结力强、耐腐蚀性能好的优势。

聚合物水泥砂浆具有良好的抗渗性、抗裂性和粘结力，可耐弱酸、中等浓度的碱和盐类介质，可在潮湿的混凝土表面上施工，而且价格又低于一般防护内衬，可用于腐蚀性较弱的储槽、污水处理池。

厚浆型防腐蚀涂料：近年来厚浆型涂料发展较快，品种较多。其涂膜厚，抗渗性能较好，价格相对便宜，可用于腐蚀性较弱的储槽、污水处理池。

块材厚度不应小于30mm，以达到防腐蚀要求；目前花岗石和石英石均可采用机械切割，可以加工为较薄的尺寸。块材的砌筑材料，应根据腐蚀性介质的性能，结合储槽、污水处理池使用条件，按本标准附录B选用。由于沥青类材料与块材的粘结强度低，对温度敏感，故砌筑材料不得采用沥青类材料。

普通型水玻璃混凝土的抗渗性较差，因此推荐密实型水玻璃混凝土。这类材料不耐碱性介质，钠水玻璃类材料又不能与水泥砂浆、混凝土等碱性基层直接接触，因此应设置隔离层。块材内衬的灰缝多，容易造成渗漏，也应设置隔离层。

近年来，经过改性的树脂混凝土解决了固化收缩的问题，树脂混凝土内胆式整体储槽在某些行业的应用，取得了非常好的效果，避免了耐酸块材防腐内衬的拼接缝的隐患，同时设置渗漏检测装置，可以随时观察渗漏情况，一旦有渗漏可以及时修补。

6.1.7 储槽、污水处理池地下部分与土壤接触的外表面（若有地坑，则指地坑外表面），应设防水层，这是吸取了工程教训，为了保证储槽、污水处理池的使用和内衬的质量而采取的措施。

6.1.8 储槽、污水处理池的防腐蚀内衬是一道封闭式的整体，当管道穿过槽壁和底板，势必造成薄环节，很容易引起渗漏，所以此条强调了必须预埋耐腐蚀套管。

6.1.9 储槽、污水处理池壁上预埋件连接各类构件后，很难再使块材、纤维增强塑料内衬严密，是个薄弱环节。污水池内的爬梯、支架和储槽顶部的安全栏杆，过去一般为钢结构加涂料防护，使用寿命均不长。

目前国内已可以生产机械成型的工字型、槽型、角型等各种截面形状的纤维增强塑料型材、纤维增强塑料管材、纤维增强塑料格栅板，这些型材具有很好的耐腐蚀性能，同时具有强度高、重量轻等优点，可用于槽池内的爬梯、支架和槽顶的栏杆。

6.1.10 储槽、污水处理池内表面防护内衬施工时，会产生对人体有害或会发生爆炸的气体，为保证安全，顶盖的设计宜采用装配式

或设置不少于2个人孔,以利于通风。

6.2 室外管架

6.2.1 钢筋混凝土结构的管架包括预制钢筋混凝土结构和现浇钢筋混凝土结构,其特点是耐大气腐蚀性好。而钢结构管架形式灵活多样,可适应扩建、改建要求,目前国内已广泛应用。

6.2.2 吊索式、悬索式管架,因主要受力构件均为钢拉杆,一旦破坏,会发生很严重的后果。所以在对钢的腐蚀性等级为强、中的条件下不宜采用。

6.2.3 混凝土管架构件与厂房构件相比较,其特点是截面面积小、表面积大,故应以结构自身防护为主,并辅以必要的表面防护措施。钢筋混凝土管架柱在选型上宜采用表面积较小的矩形截面;对跨度较大的梁和桁架,推荐采用预应力混凝土结构。这些都是提高混凝土自身防护能力的措施。

6.2.4 钢管架的柱子宜采用表面积较小的H型钢和管型截面;某些构件控制截面最小尺寸,均是为了提高自身防护能力和利于表面防护。

6.2.5 在防腐蚀地面范围内的管架柱下部,常遭受液态腐蚀性介质的滴溅或冲洗作用,故应根据实际的腐蚀情况,采取相应的防护措施。钢筋混凝土管架柱应按踢脚或墙裙的做法,钢管架基础露出地面部分可按地面进行防护。

在管架上的检修平台或走道,检修时可能有腐蚀性液体流出,所以,应当根据腐蚀性液体的特性,对平台或走道采取加强防护的措施。

6.3 排气筒

6.3.1 排气筒的型式分单筒式、套筒式和塔架式。单筒式的内衬紧靠筒壁设置,套筒式为外筒内设置单个或多个内筒,塔架式则用塔架支承排气筒。

型式的确定是工艺设计的首要问题,而防腐蚀措施主要取决

于对排放气体的腐蚀性。不同型式的排气筒造价相差很大，但若设防不当造成停产检修，后果会很严重。

排气筒设计首先应具备以下技术资料：

①排放气体的化学成分、浓度，排放气体中所含尘粒和盐类的成分和含量，由此可根据本标准第 3.1.4 条～第 3.1.7 条确定其对筒壁或外筒的腐蚀性等级。

②排放气体的温度、含水量、冷凝温度，由此可确定是否含冷凝液。

③在内衬或筒壁内表面是否结露，结露后形成冷凝液的化学成分，是判定对筒壁的腐蚀性等级的重要依据。

④筒内气体的流速和静压；决定是否需要采取措施（如合理的筒体曲线或对内外筒间隙内空气层采取强制通风），使排气筒高度的任何标高处都处于负压工作，以保证排放气体不致渗入内衬。

⑤工艺专业对排气筒型式的要求。

由上述资料可综合分析排放气体或粉尘是否含冷凝液，是否会渗入内衬，是否会结露并确定其对筒壁支承结构的腐蚀性等级。

鉴于确定排气筒的型式是较复杂的问题，况且各行业习惯不同，故本标准根据气体的特点做出以下规定：

套筒式或塔架式适用于排放气体中含酸性冷凝液（通常是在温度低、湿度大的条件下出现），冷凝液会顺内衬或内筒壁向下流淌，并可能通过块材砌体内衬的灰缝渗入外筒壁内表面时的情况。简单价廉的单筒式适用于排放气体或粉尘不可能在筒壁结露且对筒壁的腐蚀性等级为弱腐蚀时的情况。

6.3.2、6.3.3 由于排气筒属特殊重要而又难以维修的高耸构筑物，因此，支承结构应选用整体性及耐久性较好的材料。

现浇钢筋混凝土筒壁或外筒，即使局部受到腐蚀，但由于其整体刚度较大，还能坚持使用，故推荐采用。

砖筒由于灰缝太多，尤其竖缝不易饱满，局部遭受腐蚀破坏会引起整体失稳，不易修复，而且砖的孔隙比较多，介质容易渗透到

结构内部，故在本标准中不推荐使用。

6.3.4 由于钢塔架的重要性，基础宜高出地面500mm，以防止地面积水腐蚀钢塔架柱根部。

6.3.5 在气体进口、转折和出口部位，排放的气体容易聚集，尤其在出口处易冷凝，这些地方均是腐蚀严重的部位，因此，设计时在进口、转折处可做成斜角，出口处可设铸铁、耐酸混凝土或陶瓷等耐酸材料的压顶，钢内筒的筒首部位可衬铝板或不锈钢。滴水板可采用耐酸混凝土或铸石板制作成带凸檐的构件，并完全覆盖下一节内衬。

6.3.6 单筒式的筒壁、套筒式外筒的外表面和塔架的防护，首先根据排出气体和大气环境中气态或固态介质的种类、浓度、环境相对湿度，确定腐蚀性等级，然后按本标准第5.2节采取防护措施。

筒首部位易受排出气体或相邻排出气体的作用，腐蚀比较严重，故在防护时可提高设防标准。

6.3.7 排气筒内部、外部的地面，应根据实际腐蚀情况进行防护。排气筒内的冷凝液一般由漏斗聚集并由排出管排除，但有些行业的烟囱冷凝液或烟灰直接落到内部地面，此时应按耐酸地面防护。

6.3.8 由于排气筒的爬梯、平台和栏杆位置很高，维修极其困难，故宜采用耐候钢制作，有条件时也可采用耐腐蚀材料制作，以减少维修次数。直爬梯宜增加连接点，防止个别连接点因腐蚀失效后出现安全问题。

7 材　　料

7.1 一般规定

7.1.1 腐蚀性介质对建筑材料的腐蚀作用，与介质的性质、浓度、温度、湿度以及作用情况有着的密切关系，各种材料在不同条件作用下的耐腐蚀性能是不同的，对一般材料而言，腐蚀性介质的浓度愈高则腐蚀性愈强，但对少数材料则不然，水玻璃类材料耐浓酸性能比耐稀酸的性能好，某些不饱和聚酯树脂材料耐稀碱的性能比耐浓碱的性能差。因此，耐腐蚀材料的选择应进行综合分析，要充分发挥材料所长，物尽其用，扬长避短，区别对待，避免材料在其不利条件下被采用。

7.1.2 本标准所列材料的耐腐蚀性能是在常温介质作用下的性能评定。一般的规律是：介质温度升高，腐蚀性增强，有的材料在高温介质作用下会完全失去耐蚀能力。耐酸砖在常温下可耐任何浓度的氢氧化钠，但却不耐高温状态的氢氧化钠。介质的温度变化与材料的耐蚀性的关系十分复杂，所以在非常温的情况下，材料的耐蚀指标应经过试验或有可靠的使用经验才能确定。

材料的耐蚀性不能按简单的逻辑推理。材料能耐几种单一介质，并不等于也耐这几种介质的混合作用或交替作用。

对于本标准未列入的新型防腐蚀材料，应慎重采用。

7.2 水泥砂浆和混凝土

7.2.1 关于水泥品种的选择，说明如下：

1 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥具有早期强度高、凝结硬化快、碱度高、碳化慢等特点。在普通硅酸盐水泥和硅酸盐混凝土中，掺入矿物掺和料，可改善混凝土的微孔结构，降低混凝土的渗

透性，从而提高混凝土的耐久性。

掺入矿物掺和料的用量和方法可参见国家现行标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003 和《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》JTJ 275、《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005、《公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范》JTG/T B07 等标准的有关规定。

矿渣硅酸盐水泥和火山灰质硅酸盐水泥的早期强度低，干缩性大，有泌水现象，而且其碱度较低，所以在一定条件下才可使用。

2 在碱液作用下，混凝土和水泥砂浆应对水泥中的铝酸三钙含量加以限制。

高铝水泥由于含有较多不耐碱的酸性氧化物，所以不得用于受碱液作用的部位。同理，在碱液作用下也不得采用以铝酸盐成分为主的膨胀水泥，并不得采用铝酸盐类膨胀剂。

3 铝酸盐一膨胀源，在抗硫水泥标准中有含量限制。

钙质、硫铝酸盐一膨胀源。

高钙粉煤灰一膨胀源，高钙粉煤灰在粉煤灰标准中有含量高低的规定。

镁质类一膨胀源。

掺该类物质的混凝土，其内部（自身）产生膨胀，如硫酸盐侵入可产生叠加膨胀。因为混凝土只能抵抗一定量的膨胀产生的应力，超过混凝土本身所具有的能力，结构就会破坏。

4 硫酸盐溶液对混凝土的腐蚀，既有化学反应也有物理作用，主要表现为结晶膨胀腐蚀和化学侵蚀。硫酸根离子会跟混凝土中的化学物质发生反应，硫酸根离子和普通硅酸盐水泥石中的碱性固态游离石灰质[$Ca(OH)_2$]、水化铝酸钙（C_3A）发生化学反应，生成石膏和硫铝酸钙，固相体积约是原来的 1.5 倍，由于是在固化了的混凝土中发生反应，因此，在混凝土内形成膨胀应力而引起混凝土结构的破坏。

5 中、高抗硫酸盐硅酸盐水泥，由于其铝酸三钙的含量分别

不大于5%、3%，硅酸三钙的含量分别不大于55%、50%，这对于上述膨胀反应是有抑制作用的，所以这种水泥具有较好的抗硫酸盐性能。

一般中抗硫酸盐硅酸盐水泥用于硫酸根离子含量不超过2500mg/L的纯硫酸盐的腐蚀环境，高抗硫酸盐硅酸盐水泥用于硫酸根离子含量不超过8000mg/L的纯硫酸盐的腐蚀。当含量超过这一指标时，应进行耐腐蚀性的复核试验。

6 由于抗硫酸盐硅酸盐水泥的抗蚀性试验是采用Na_2SO_4介质，这里的Na^+离子不具备腐蚀作用，当介质为$MgSO_4$、$(NH_4)_2SO_4$等介质时，Mg^{2+}、NH_4^-离子是有腐蚀性的，此时抗硫酸盐硅酸盐水泥的耐蚀性应经试验确定。

当构件的一个侧面与硫酸根离子液态介质接触而另一个侧面暴露在大气中时(如地上水池的侧壁)，属频繁的干湿交替，混凝土外壁由于蒸发作用，使盐的浓度增大，产生盐结晶腐蚀，应慎重对待。

7.2.2 在建筑防腐蚀工程中，外加剂的使用主要是为了提高混凝土的密实性或对钢筋的阻锈能力，从而提高混凝土结构的耐久性。外加剂的使用，应对混凝土的性能无不利影响，对钢筋不得有腐蚀作用。

抗硫酸盐的外加剂目前国内种类较多，某建筑材料科学研究院研制的混凝土抗硫酸盐类侵蚀防腐剂是比较成熟的材料。掺入该类材料配制的混凝土，在价格上略低于采用抗硫酸盐水泥配制的混凝土；在性能上也不低于高抗硫酸盐水泥，并能改善水泥的某些性能，还可弥补抗硫酸盐水泥产量较少的问题。

现行行业标准《混凝土抗硫酸盐类侵蚀防腐剂》JC/T 1011规定：掺入适量这种防腐剂的混凝土，其抗蚀系数K应$\geqslant 0.85$，膨胀系数$E \leqslant 1.5$。抗蚀系数试验方法采用现行国家标准《水泥抗硫酸盐侵蚀快速试验方法》GB 2421—1981。膨胀系数试验方法采用行业推荐标准《膨胀水泥膨胀率检验方法》JC/T 313，介质有：

5% Na_2SO_4、NaCl 60g/L、$MgSO_4$ 4.8g/L、$MgCl_2$ 5.6g/L、$CaSO_4$ 2.4g/L，$KHCO_3$ 0.4g/L 等水溶液，E 值（即在介质中的膨胀率与淡水中的膨胀率之比）均不大于 1.50。

钢筋阻锈剂可以推迟钢筋开始生锈的时间和减缓钢筋腐蚀发展的速度，从而达到延长结构使用寿命的目的。

掺入适量的矿物掺和料可以提高混凝土的耐久性，但由于矿物掺和料的品种较多，而且耐腐蚀性的定量试验数据不多，因此亦应经验证后确定。

7.2.3 关于受酸性气态介质作用的混凝土可采用致密的石灰石问题，试验表明，将石灰石和石英石骨料分别制成的混凝土试件浸入 0.5%的硫酸溶液 12 个月，在试件的外观、重量变化和强度变化等指标方面，以石英石为骨料的试件不仅没有表现出优越性，而且在某些性能上还不如以石灰石为骨料的试件；工程实践表明，某厂抹灰层在氯和氯化氢作用下，采用石英石骨料的抹灰层，虽然骨料没有腐蚀，但骨料周围的水泥石已被腐蚀，形成凹槽，许多骨料自行脱落；而采用碳酸盐骨料的抹灰层，虽然骨料已随砂浆一起被腐蚀了一部分，但骨料与水泥粘结仍很好，不易取下。因此，在酸性气态介质作用下是可以采用致密的石灰石。

关于在碱液介质作用下的混凝土可采用致密的石英石、花岗石问题，试验表明，①石英石虽然在理论上可与氢氧化钠发生作用，但由于它具有整齐的结晶形态、很高的强度、硬度和密实度，因此在氢氧化钠溶液作用下化学腐蚀过程很缓慢，结晶腐蚀极少；②用石英砂配制的耐碱混凝土，在 20%和 30%氢氧化钠溶液中浸泡 10 个月的耐蚀性较好，而用不够纯净的石灰石配制的耐碱混凝土的性能反而较差。所以，在碱液介质直接作用下是可以采用致密的石英石、花岗石。

碱骨料反应会影响混凝土的耐久性。混凝土碱骨料反应是指混凝土中来自水泥、外加剂等的可溶性碱在有水的作用下和骨料中某些组分之间的反应。一般把碱骨料反应分为两类：一类为

碱—硅酸反应，是指碱与骨料中活性 SiO_2 反应，生成碱硅凝胶，凝胶吸水肿胀导致混凝土膨胀或开裂；另一类为碱—碳酸盐反应，是指碱与骨料中微晶白云石反应生成水镁石和方解石，在白云石表面和周围基质之间的受限空间内结晶生长，使骨料膨胀，进而使混凝土膨胀开裂。

形成碱骨料反应的三大条件是：①高含碱量的水泥；②采用活性集料；③水。为了避免碱骨料反应，混凝土的砂、石不得采用有碱骨料反应的活性骨料。

7.2.4 试验表明，强度等级为 C20 的混凝土当水灰比在 0.58 以下时，对浓度小于 10%的氢氧化钠有一定耐蚀性。考虑到试验与施工的差异，以及实际生产作用条件的差异，采用 8%的浓度值。

密实混凝土只提出关键的直接指标，即抗渗等级不应低于 P8。抗压强度、水泥用量和水灰比等属于间接指标，它虽与直接指标有一定关系，但不是相互对应的关系。控制指标提多了，有时反而不能相互协调，所以只控制直接指标。

7.2.5 氯丁胶乳水泥砂浆、聚丙烯酸酯乳液水泥砂浆和环氧乳液水泥砂浆，具有耐稀酸，耐中等浓度以下的氢氧化钠和盐类介质的性能，而且与各种基层粘结力强，可在潮湿的水泥基层上施工。

关于环氧乳液水泥砂浆的性能，主要是引用某建筑材料科学研究院的科研成果和工程实例的总结。

7.3 耐腐蚀块材

7.3.1 耐酸砖的主要成分是二氧化硅，它在高温焙烧下形成大量的多铝红柱石，这是一种耐酸性能很高的物质，因此，耐酸砖具有优良的耐酸性能。由于耐酸砖结构致密，吸水率小，所以常温下可耐任何浓度碱性介质，但不耐热碱和熔融碱。

耐酸砖有耐酸瓷砖和耐酸缸砖，耐酸瓷砖具有强度高，耐磨、抗污性好、颜色浅、观感性好、具有优良的耐腐蚀性能，缺点是质地较脆，地面积水易滑，耐温度较高的腐蚀性介质能力差些，目前在

化工、电力、冶金等行业是采用较多的防腐蚀块材。

耐酸缸砖具有强度高,抗冲击、耐磨、防滑、抗污性强、颜色较深、规格尺寸大、整体性美观、施工快捷,具有优良的耐腐蚀性能,特别是耐温度较高的腐蚀性介质能力比较突出,在有色冶金生产腐蚀环境下,作为建(构)筑物防腐蚀面层材料,得到了一定的应用。

含氟酸能溶解陶瓷制品中的二氧化硅。

7.3.2 有釉的砖板表面光滑、性脆易掉釉,与胶泥粘结力差,且釉面耐蚀性差异很大(有好有坏),所以应选用素面的耐酸砖。

7.3.5 树脂浸渍石墨砖系采用合成树脂浸渍石墨,以填塞其表面和内部孔隙,然后进行热处理使树脂固化而制成。树脂浸渍石墨砖与石墨相比,机械强度提高,导热性能不变;一般有酚醛浸塑石墨和糠醇浸塑石墨等不同品种,宜用何种树脂浸渍,应由设计者根据腐蚀性介质的特性,合理选择。

当腐蚀性介质为氢氟酸时宜应用乙烯基树脂浸渍,含碳量比例应大于98%。

7.4 金　　属

7.4.1 铸铁和碳素钢,在氢氧化钠作用下能生成不溶性氢氧化亚铁及氢氧化铁,这些腐蚀产物与金属紧密结合,能起保护作用。

7.4.2 铝易氧化成氧化铝,使表面覆盖一层致密的保护膜,在醋酸、浓硝酸、尿素等介质作用下,是稳定的。

7.4.3 铝、锌材料不耐碱性介质,不耐氯、氯化氢和氟化氢;由于电位差的原理,也不应用于铜、汞、铅等金属化合物粉尘作用的部位。

7.4.4 不锈钢不耐盐酸、氯气、氯化氢等含氯离子的介质。

7.4.5 未硬化的水泥类材料的碱性 pH 值大于 12,已硬化的水泥类材料也有一定碱性。因此,铝材与水泥类材料接触面应采用隔离措施。

7.5 塑　　料

7.5.1、7.5.2 聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯塑料对大多数酸、碱、盐介质均有良好的耐腐蚀性能，但不耐高浓度氧化性酸。

7.6 木　　材

7.6.1 硝酸、铬酸对木材的半纤维素产生硝化作用，氢氧化钠能溶解木材的半纤维素和木质素，所以木材不得用于这些介质作用的部位。

7.6.2 木材在干湿交替频繁作用下，腐蚀速度加快。

7.7 树脂类材料

7.7.1 由于环保要求，没有列出环氧煤焦油(5∶5)树脂类材料。由于多年来无防腐蚀工程使用实例，糠酮糠醛型呋喃树脂类材料也未列其中。

酚醛树脂配制的树脂砂浆、树脂混凝土因性能脆、强度低、收缩率大，故不得采用(近年来，有些企业在材料改进方面进行了很多研究，经过改性解决了呋喃树脂砂浆的收缩、性能脆和强度低的问题，如要采用可按企业产品说明书执行)。

7.7.2 玻璃纤维毡的主要特点是纤维无定向分布，铺覆性和浸渍性能好，易增厚，含胶量高；用玻璃纤维毡作增强材料制得的纤维增强塑料，抗渗性能好，但强度较低；可与玻璃纤维布混合使用，弥补强度的不足。

7.7.3 在颜料、粉料中，某些微量的金属可能会对不饱和聚酯树脂和乙烯基酯树脂的引发剂或促进剂产生阻聚作用或促进作用。试验表明，加入氧化锌、铁兰颜料时，会产生阻聚作用(即会起阻止不饱和聚酯树脂类材料发生聚合反应的作用)；石墨粉如果含铁量大，则铁能与酸性的引发剂或促进剂反应，消耗了部分引发剂、促进剂的数量，产生阻聚作用；但有些试验表明，石墨粉对不饱和聚

酯树脂反而会产生促进作用，使固化加快。

关于产生阻聚作用或促进作用的规律，至今尚未搞清楚。这需要大量试验数据和工程实践总结才能确定。

7.7.4 环氧树脂湿固化剂解决了树脂在潮湿基层上的推广应用问题。酚醛树脂、呋喃树脂、乙烯基酯树脂、不饱和聚酯树脂目前尚未解决湿固化的问题，故采用树脂类材料用于潮湿基层时，应选用湿固化的环氧树脂胶料打底，以增加与基层的结合力。在工程应用中，有些单位认为环氧树脂湿固化剂虽然能固化，但其与基层的结合力有所下降，为此，修编组组织有关单位进行复核试验。试验结果证明，一些湿固化的环氧树脂封底料与饱和含水率的混凝土之间的粘结力可达 2.5MPa 以上。

7.8 水玻璃类材料

7.8.1 水玻璃类材料具有优良的耐酸性能，尤其是可耐高浓度的氧化性酸。这类材料的反应生成物主要是硅酸凝胶，所以不耐含氟酸，也不耐碱性介质。

7.8.2 与普通型水玻璃类材料相比，密实型水玻璃类材料具有较好的抗渗性。试验表明，普通型钠水玻璃类材料的抗渗等级为 0.2MPa，普通型钾水玻璃类材料的抗渗等级为 0.4MPa～0.8MPa，而密实型的钠、钾水玻璃类材料的抗渗等级大于 1.2MPa，所以用于常温介质时宜选用密实型水玻璃类材料。

普通型水玻璃类材料的气孔率大，经常有稀酸或水作用的部位不应选用。但在高温作用时应选用普通型水玻璃类材料，不应选用气孔率小的密实型水玻璃类材料。

7.8.3 工程实践和试验表明，钠水玻璃类材料不耐碱性介质，与水泥基层的粘结力差，粘结试件会自然脱落。钾水玻璃胶泥和砂浆与水泥基层的粘结力较好，与新浇混凝土试件的粘结强度可达 1.0MPa。

7.8.4 水玻璃混凝土抗渗性较差，埋入的钢筋表面应刷涂料保

护。试验表明，刷环氧涂料的钢筋与水玻璃混凝土的握裹力为4.7MPa。

7.9 沥青类材料

7.9.1 有机溶剂能溶解沥青类材料。

7.9.2 沥青类材料对温度敏感性强，温度大于50℃时易软化流淌，温度低于−5℃时易收缩开裂，而且在紫外线照射下易老化，所以沥青类材料宜用于室内工程和地下工程。

7.10 防腐蚀涂料

7.10.1 与原规范相比，面层涂料增加的品种有乙烯基脂涂料。

氯磺化聚乙烯涂料具有较好的耐酸、耐碱、耐氧化剂及臭氧、耐户外大气腐蚀等性能，但以往这种涂料存在与金属基层附着力较低，VOC含量较高和每遍涂层的厚度较薄等问题。近几年来，一些单位经过改性研究，已降低了VOC的含量，涂层与钢铁基层的附着力已达10MPa，每遍涂层的厚度可达30μm～35μm，中间涂层的每遍厚度甚至不少于50μm。所以本标准保留这种涂料。

高氯化聚乙烯涂料是一种单组分溶剂型防腐蚀涂料，对多数酸、碱、盐都具有较好的耐蚀性，并有较好的附着力和耐候性，可在较低的温度环境下施工。

环氧涂料对基层(特别是对钢铁基层)具有优良的附着力，耐碱性好，也耐中等浓度以下的大多数酸性介质。环氧涂层的耐候性较差，涂膜易粉化、失光，所以不宜用于室外。以丙烯酸树脂改性的丙烯酸环氧涂料，可用于室外。

聚氨酯涂料是聚氨基甲酸酯树脂涂料的简称。聚氨酯涂料的耐候性与型号有关，脂肪族的耐候性好，而芳香族的耐候性差。含羟基丙烯酸酯与脂肪族多异氰酸酯反应而成的丙烯酸聚氨酯涂料，具有很好的耐候性和耐腐蚀性能。

通过工程调研，本标准所列的“聚氯乙烯萤丹涂料”，是指含有

萤丹颜料成分的树脂涂料，该类涂料对被涂覆的基层表面能够起到很好的屏蔽和隔离介质作用，而且对金属基层有磷化、钝化作用；该涂料对盐酸及中等浓度的硫酸、硝酸、醋酸、碱和大多数的盐类等介质，具有较好的耐腐蚀性能。另外，一些单位通过试验和工程实践表明，若在聚氯乙烯萤丹涂料中加入适量的氟树脂，其耐温、耐老化和耐腐蚀性能更好，可在海洋性气候环境中使用，在溴腐蚀和含氟酸腐蚀环境下也可采用。

树脂玻璃鳞片涂料可否用于室外取决于树脂的耐候性。

7.10.2 锌黄的化学成分是铬酸锌，由它配制而成的锌黄底涂料既适用于钢铁表面上，也适用于轻金属表面上。

7.10.3 关于涂层与基层的附着力，主要有两种方法：①现行国家标准《色漆和清漆　漆膜的划格试验》GB/T 9286，这种测试方法比较简单；②现行国家标准《色漆和清漆　拉开法附着力试验》GB/T 5210，这种方法适用于单层或复合涂层与底衬间或涂层间附着力的定量测定。

重要的工程大都采用拉开法。也可根据工程的需要，选择以上两种方法中的一种采用。本标准结合国情，首先推荐拉开法，确有困难时也可采用划格法。根据本标准修编组对十多个单位几十个涂层试件的测定结果，绝大多数涂层与钢铁基层的附着力（拉开法）都不低于 6MPa，考虑留有余地，所以本标准规定不宜低于 5 MPa。涂层与水泥基层的附着力（拉开法）不宜低于 1.5 MPa，是沿用现行行业标准《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》JTJ 275 的规定。

附录C 防腐蚀涂层配套

防腐蚀涂层配套是经过多年的工程实例和经验总结得出的耐久性使用年限，该涂层配套有较高的保证率。建议在实际工程中还要根据使用条件和工程经验，合理地确定使用年限。

使用年限不是"担保年限"。使用年限是为业主制定维护计划时提供技术上的参考。从理论上讲，通常担保期限比使用年限要短。有时由于褪色、粉化、污染、磨损或基于美观以及其他方面的原因，在使用期间要进行一定的维护。

S/N:155182・0410



统一书号：155182·0410

定　　价：27.00 元